

УНИВЕРСИТЕТ ВЪРХНА АНТРОПОЛОГИЧЕСКА ШКОЛА



# «На одно крыло — серебряная, На другое — золотая...»

Сборник статей памяти Светланы Рябцевой

*Под редакцией  
Р. А. Рабиновича и Н. П. Тельнова*

Библиотека



КИШИНЕВ  
2020

902/904 (082)=111=161.1

H 120

**Печатается по решению Ученого совета**  
университета «Высшая антропологическая школа»

**Составители и ответственные редакторы:**

доктор истории Р.А. Рабинович,  
доктор истории Н.П. Тельнов

**Редколлегия:**

доктор истории Л.В. Дергачева,  
кандидат педагогических наук А.Э. Жабрева,  
доктор культурологии Н.М. Калашникова,  
кандидат исторических наук А.А. Пескова,  
магистр антропологии А.А. Романчук,  
доктор истории Д.А. Топал

**DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII**

**«На одно крыло — серебряная, На другое — золотая...»** Сборник статей памяти Светланы Рябцевой = "One her wing is silver, The other one is made of gold..." Selected papers in memory of Svetlana Ryabtseva / составители и ответственные редакторы: Р.А. Рабинович, Н.П. Тельнов; обложка: Д.А. Топал; Университет Высшая антропологическая школа. — Кишинэу: Stratum Plus, 2020. — 508 p.: fig., fot., fig., fot. color., 35 p. il. color. — (Библиотека «Stratum» = Library «Stratum»), ISBN 978-9975-3198-0-5).

Cerințe de sistem: PDF Reader.

Tit., cuprins, rez. paral.: lb. engl., rusă. — Texte: lb. engl., rusă. — Referințe bibliogr. la sfârșitul art.

ISBN 978-9975-3343-6-5.

902/904 (082)=111=161.1

H 120

Этот сборник научных статей посвящён памяти учёного, археолога, видного исследователя истории средневекового ювелирного дела, костюма и ювелирного убора Восточной и Юго-Восточной Европы — Светланы Станиславовны Рябцевой (1966—2019 гг.). С.С. Рябцева занимала в науке уникальное место: её изыскания стали своеобразным «мостом между Востоком и Западом» — исследованиями Восточной, Юго-Восточной и Центральной Европы. Светлана Станиславовна прожила короткую жизнь, но оставила о себе добрую память. Это её замечательные научные работы и то позитивное вдохновение, которое исходило от неё к близким людям, друзьям и коллегам. Сборник объединяет работы исследователей из Молдовы, России, Украины, Румынии, Беларуси, Болгарии, Венгрии, Словакии, Польши, Франции и Великобритании.

**ISBN 978-9975-3343-6-5.**

© Р.А. Рабинович, Н.П. Тельнов, 2020.

© Университет «Высшая антропологическая школа», "Stratum plus" Р.Р.

© Обложка: Д.А. Топал, 2020.

Редактор материалов на английском языке: Ю.Д. Тимотина

Технический координатор: Ж.Б. Кроитор

Оригинал-макет: Д.А. Топал, Л.А. Мосионжник, Г.В. Засыпкина

Редактор карт: Л.А. Мосионжник

Корректор: Г.В. Засыпкина

HIGH ANTHROPOLOGICAL SCHOOL UNIVERSITY



# **‘ONE HER WING IS SILVER, THE OTHER ONE IS MADE OF GOLD...’**

Selected papers in memory of Svetlana Ryabtseva

*Edited by  
R.A. Rabinovich and N.P. Telnov*



KISHINEV  
2020

*Памяти*  
**Светланы Станиславовны Рябцевой**  
*посвящается*



*In memory of Svetlana Ryabtseva*

## СОДЕРЖАНИЕ

### AD MEMORIAM

<b>Р. А. Рабинович, Н. П. Тельнов</b> ( <i>Кишинёв, Молдова</i> ). «Мои глаза ласкают твой портрет». Несколько штрихов к образу исследователя Светланы Рябцевой . . . . .	15
<b>Список научных публикаций С. С. Рябцевой</b> . . . . .	33
<b>Фотоальбом</b> . . . . .	43
<b>Некоторые графические работы Светланы Рябцевой</b> . . . . .	44

### АРХЕОЛОГИЯ КОСТЮМА

<b>М. М. Казанский</b> ( <i>Париж, Франция</i> ). Пальчатые фибулы типа Арчар-Истрия на Дунае и в Крыму. . . . .	47
<b>С. Дончева</b> ( <i>Шумен, Болгария</i> ). О форме и декоре ременных бляшек в раннесредневековой Болгарии . . . . .	55
<b>С. В. Томсинский</b> ( <i>Санкт-Петербург, Россия</i> ). Накладка на сумку первой половины X в. из Углича . . . . .	69
<b>К. А. Лавыш</b> ( <i>Минск, Беларусь</i> ). Восточные и византийские традиции в комплексе украшений женского костюма Руси (по материалам средневековых городов Беларуси) . . . . .	77
<b>А. Э. Жабрева</b> ( <i>Санкт-Петербург, Россия</i> ). О некоторых изобразительных источниках по средневековому костюму сербской знати . . . . .	89
<b>Н. В. Жилина</b> ( <i>Москва, Россия</i> ). Фибула как инсигния в западноевропейском костюме . . . . .	99
<b>К. Тэтару, Т. А. Мартин</b> ( <i>Бухарест, Румыния</i> ). Булавки из клада начала XVII века из Влэдичаска, жудец Калараш. . . . .	107
<b>Л. В. Дергачева</b> ( <i>Бухарест, Румыния</i> ). Средневековый женский аксессуар головного убора из Республики Молдова . . . . .	119
<b>Н. М. Калашникова</b> ( <i>Санкт-Петербург, Россия</i> ). Об использовании украшений-реплик при реконструкции костюмных комплексов . . . . .	125

## СОВЕРШЕНСТВО ИЗЫСКАННЫХ УКРАШЕНИЙ

- О. В. Гопкало** (*Киев, Украина*). Кольца, височные кольца, браслеты, серьги, гривны — редкие аксессуары погребального убора культуры Черняхов — Сынтана-де-Муреш . . . . . 135
- В. Йотов** (*Варна, Болгария*). Золотая пластина с монограммой из поздне-античной крепости на мысе Св. Атанас . . . . . 147
- И. Р. Ахмедов** (*Санкт-Петербург, Россия*). «Реликтовые» формы украшений из Елшинского клада VII в. н. э. . . . . 151
- В. Е. Родинкова** (*Москва, Россия*). История изучения женского металлического убора круга «древностей антов». . . . . 163
- А. В. Мастыкова** (*Москва, Россия*). Средневековые перстни с пентаграммой в Юго-Западном Крыму: происхождение, распространение, датировка. . . . . 171
- С. Оца** (*Бухарест, Румыния*). Серьги, украшенные ажурными сферическими подвесками, происходящие с территории Румынии, Молдовы и Сербского Баната . . . . . 181
- Ю. В. Степанова** (*Тверь, Россия*). Перстни из сельских погребальных памятников Тверского Верхневолжья XI—XIII вв. . . . . 191
- А. И. Болдуряну** (*Кишинёв, Молдова*). Браслет с арабской надписью и львиной личиной с городища Костешть XIV в. (Молдова) . . . . . 201
- С. И. Валиулина** (*Казань, Россия*). Некоторые украшения и детали костюма Торецкого городского поселения. . . . . 207

## СОКРОВИЩА ФОНДОВ

- Л. В. Строкова** (*Киев, Украина*). Древнерусский клад из с. Новые Безрадици Киевской области. . . . . 221
- Ю. В. Мысько** (*Киев, Украина*). Предметы древнерусского головного и шейного ювелирного убора в фондовом собрании Национального Киево-Печерского историко-культурного заповедника . . . . . 227
- А. Ф. Кочкина, Д. А. Сташенков** (*Самара, Россия*). Ювелирные изделия эпохи Волжской Болгарии из фондов Самарского областного историко-краеведческого музея им. П. В. Алабина . . . . . 237

## КРАСОТА САКРАЛЬНОГО

- М. П. Крук** (*Краков, Польша*). Двусторонний энколпион с изображениями Богородицы с младенцем Иисусом и Трех Святых из коллекции князя Чарторыйского в Кракове . . . . . 251

- А. А. Пескова, А. Ю. Кононович (Санкт-Петербург, Россия). Фрагменты серебряных окладов богослужебных предметов из раскопок Большого Шепетовского городища . . . . . 265**
- И. А. Стерлигова (Москва, Россия). Драгоценные украшения на древнерусских иконах по «свидетельству» резных и литых образков XIII века . . 277**
- Л. В. Пекарская (Лондон, Великобритания). Золотые колты с изображениями святых: манера исполнения и неизвестные особенности стиля . . 285**
- И. Тентюк, В. Бубулич (Кишинёв, Молдова). Раннесредневековые миниатюрные топоры Карпато-Днестровского региона. Вопросы датировки происхождения и функциональности . . . . . 299**

### **ЛИЧНОСТИ И ЗНАКИ ЭПОХ**

- С. В. Белецкий (Санкт-Петербург, Россия). Топор с изображением древнерусского княжеского знака из окрестностей Чернигова . . . . . 311**
- Б. Лесак (Братислава, Словакия), Н. В. Хамайко (Киев, Украина), Е. Е. Черненко (Чернигов, Украина). Печати княгини Марины . . . . . 315**
- Л. П. Заболотная (Кишинёв, Молдова). Загадка одного портрета: Мария Владимировна Старицкая или Мария (Лупу) Радзивилл? . . . . . 331**

### **«СУММА ТЕХНОЛОГИЙ»**

- К. С. Чугунова (Санкт-Петербург, Россия). Информативность химического состава средневекового металла на примере двух групп украшений из медных сплавов . . . . . 341**
- И. Е. Зайцева, Е. С. Коваленко, К. М. Подурец, М. М. Мурашев (Москва, Россия). Древнерусские кресты-энколпионы: опыт нейтронной и синхротронной визуализации . . . . . 353**
- И. А. Сапрыкина (Москва, Россия). Украшения из легкоплавких сплавов в городском ювелирном наборе XII—XIII вв. (по материалам из раскопок Твери) . . . . . 363**
- М. И. Гоняный, Т. Г. Сарачева (Москва, Россия). Химический состав металла нательных крестов из поселений Устье 2, 3 на Куликовом поле . . 369**
- Е. В. Салмина, С. А. Салмин (Псков, Россия). Горны на курганах (открытие средневекового металлургического квартала в Пскове при раскопках 2016—2019 гг.) . . . . . 381**
- Т. Б. Сениченкова, С. О. Урюпов (Санкт-Петербург, Россия). К вопросу о древней технологии смолотварения . . . . . 389**

## ЗАВОЕВАТЕЛИ РОДИНЫ

- А. В. Комар** (*Киев, Украина*). Поясные украшения IX в. из погребений древних мадьяр Днестро-Дунайского региона . . . . . 397
- Э. Галл** (*Бухарест, Румыния*). Предполагаемое погребение «венгерского воина периода Обретения родины», обнаруженное в 1959 году у озера Тей возле Бухареста . . . . . 407
- М. В. Квитницкий** (*Тирасполь, Молдова*), **Н. П. Тельнов** (*Кишинёв, Молдова*), **В. С. Синика** (*Тирасполь, Молдова*), **С. Д. Лысенко** (*Киев, Украина*), **А. Тюрк** (*Будапешт, Венгрия*). Погребение из Владычень с украшением венгерского облика. . . . . 415

## ИССЛЕДОВАНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ

- С. Н. Травкин** (*Санкт-Петербург, Россия*). Некоторые особенности использования монет в ювелирном искусстве в средние века . . . . . 427
- Е. Р. Михайлова** (*Санкт-Петербург, Россия*). Древнерусские курганы могильника Которск IX . . . . . 433
- В. Ю. Соболев** (*Санкт-Петербург, Россия*). Древнерусская погребальная культура Новгородской земли. Хронологические индикаторы раннего этапа. . . . . 447
- А. В. Курбатов** (*Санкт-Петербург, Россия*). О редкой находке в Березове на севере Западной Сибири . . . . . 453
- Н. Д. Руссев** (*Кишинёв, Молдова*). От разноцветных ниточек до косточек и ножинок: к истории этнографических предметов давнего детства . . . . 461

## ПОЛЕМИЧЕСКИЕ ЭТЮДЫ

- Д. А. Топал** (*Кишинёв, Молдова*). Ювелирные изделия клада из Феттерсфельде: в поисках нарратива, автора и адресата . . . . . 469
- А. А. Романчук** (*Кишинёв, Молдова*). Женские украшения и возникновение Древнерусского государства: заметки на полях проблемы . . . . . 479
- А. Е. Мусин** (*Санкт-Петербург, Россия*). Парадоксы рецепции византийской культуры в Древней Руси . . . . . 487
- Ф. Ницу** (*Бухарест, Румыния*). Потребление ювелирных изделий в Мунтении и Молдове в XVII—XVIII вв. . . . . 499
- Список сокращений.** . . . . 505



## CONTENTS

### AD MEMORIAM

<b>R.A. Rabinovich, N.P. Telnov (<i>Kishinev, Moldova</i>). ‘My eyes are fondling your portrait’. A few touches to the portrait of researcher Svetlana Ryabtseva . . .</b>	<b>15</b>
<b>List of works by Svetlana Ryabtseva . . . . .</b>	<b>33</b>
<b>Photoalbum . . . . .</b>	<b>43</b>
<b>A few graphic works by Svetlana Ryabtseva . . . . .</b>	<b>44</b>

### ARCHAEOLOGY OF COSTUME

<b>M.M. Kazanski (<i>Paris, France</i>). Fingered Fibulae of Archar-Histria Type on the Danube and in the Crimea. . . . .</b>	<b>47</b>
<b>S. Doncheva (<i>Shumen, Bulgaria</i>). On the Shape and Decoration of Belt Mounts in the Early Medieval Bulgaria . . . . .</b>	<b>55</b>
<b>S. V. Tomsinsky (<i>Saint Petersburg, Russian Federation</i>). An Applique for a Bag of 900—950 from the Town of Uglich.. . . .</b>	<b>69</b>
<b>K.A. Lavysh (<i>Minsk, Belarus</i>). Oriental and Byzantine Traditions in a Complex of Ornaments for Women’s Costume in Rus’ (by Materials of Medieval Towns of Belarus). . . . .</b>	<b>77</b>
<b>A. E. Zhabreva (<i>Saint Petersburg, Russian Federation</i>). About Some Graphic Sources on the Medieval Costume of the Serbian Nobility . . . . .</b>	<b>89</b>
<b>N. V. Zhilina (<i>Moscow, Russian Federation</i>). Fibula as Insignia in a Western-European Costume. . . . .</b>	<b>99</b>
<b>C. Tătaru, T.A. Martin (<i>Bucharest, Romania</i>). Pin jewelry pieces from an early 17<sup>th</sup> century hoard found near Vlădiceasca village, Călărași county . . . . .</b>	<b>107</b>
<b>L. V. Dergaciova (<i>Bucharest, Romania</i>). Medieval Female Headpiece Found in the Republic of Moldova . . . . .</b>	<b>119</b>
<b>N.M. Kalashnikova (<i>Saint Petersburg, Russian Federation</i>). On Using Jewellery Replicas during Reconstruction of the Historical Dresses. . . . .</b>	<b>125</b>

## PERFECTION OF FINE JEWELRY

- O. V. Gopkalo** (*Kyiv, Ukraine*). **Finger Rings, Temple Rings, Bracelets, Earrings, Torcs: rare accessories of burial dress of the Chernyakhov — Sântana de Mureș Culture** . . . . . 135
- V. Yotov** (*Varna, Bulgaria*). **Gold Plate with Monogram of the Late-Antique Fortress at Cape of St. Atanas** . . . . . 147
- I. R. Akhmedov** (*Saint Petersburg, Russian Federation*). **“Relic” Forms of Jewelry from Elshino Hoard of the 7<sup>th</sup> Century AD** . . . . . 15
- V. E. Rodinkova** (*Moscow, Russian Federation*). **History of Study of Women’s Metal Attire from the “Antiquities of the Antae” Circle** . . . . . 163
- A. V. Mastykova** (*Moscow, Russian Federation*). **Medieval Finger Rings with Pentagram in the South-Western Crimea: Origin, Distribution, Dating** . . . . 171
- S. Oța** (*Bucharest, Romania*). **Earrings Decorated with Hemstitched Spherical Pendants Found on the Territory of Romania, Moldavia and the Serbian Banat** . . . . . 181
- Yu. V. Stepanova** (*Tver, Russian Federation*). **Finger-rings from the Rural Burial Sites of the Tver Upper Volga of 11<sup>th</sup>—13<sup>th</sup> Centuries** . . . . . 191
- A. Boldureanu** (*Kishinev, Moldova*). **Bracelet with Arabic Inscription and Leonine Mask Found in Costești Town of the 14<sup>th</sup> Century (Moldova)** . . . . 201
- S. I. Valiulina** (*Kazan, Russian Federation*). **Some Jewelry and Costume Details of the Toretskoe Urban Settlement** . . . . . 207

## TREASURES FROM COLLECTIONS

- L. V. Stroková** (*Kyiv, Ukraine*). **Ancient Russian Treasure Hoard from Novi Bezradychi of Kyiv Oblast** . . . . . 221
- Yu. V. Mysko** (*Kyiv, Ukraine*). **Objects of the Old Rus Head and Neck Jewelry Dress in the Depositary Collection of the National Kyiv-Pechersk Historical and Cultural Reserve** . . . . . 227
- A. F. Kochkina, D. A. Stashenkov** (*Samara, Russian Federation*). **Jewelry of the Volga Bulgaria Era from the Funds of the Samara Museum for Historical and Regional Studies named after P. V. Alabin** . . . . . 237

## BEAUTY OF THE SACRED

- M. P. Kruk** (*Krakow, Poland*). **Double-Sided Encolpion with the Virgin and Child and Three Saints in the Collection of the Princes Czartoryski in Krakow** . . . . 251

<b>A.A. Peskova, A. Yu. Kononovich</b> ( <i>Saint Petersburg, Russian Federation</i> ). <b>Fragments of the Silver Frames of Liturgical Items from the Excavation of a Large Fortified Settlement near Shepetovka . . . . .</b>	<b>265</b>
<b>I.A. Sterligova</b> ( <i>Moscow, Russian Federation</i> ). <b>Precious Ornaments on Old Russian Icons: Evidence of Carved and Cast Images from the Thirteenth Century . . . . .</b>	<b>277</b>
<b>L. V. Pekarska</b> ( <i>London, Great Britain</i> ). <b>Gold Cloisonné Kolty with Images of Saints: their Manufacturing Manner and Unknown Style Features. . . . .</b>	<b>285</b>
<b>I. Tentiuc, V. Bubulici</b> ( <i>Kishinev, Moldova</i> ). <b>Early medieval miniature axes in Carpathian-Dniester region. The issues of dating, origin and functionality . .</b>	<b>299</b>

### PERSONALITIES AND SYMBOLS OF EPOCHS

<b>S. V. Beletsky</b> ( <i>Saint Petersburg, Russian Federation</i> ). <b>The Axe with the Image of an Ancient Russian Ducal Sign from the Outskirts of Chernigov . . . . .</b>	<b>311</b>
<b>B. Lesák</b> ( <i>Bratislava, Slovakia</i> ), <b>N. V. Khamaiiko</b> ( <i>Kyiv, Ukraine</i> ), <b>O. Ye. Chernenko</b> ( <i>Chernihiv, Ukraine</i> ). <b>Seals of Princess Marina. . . . .</b>	<b>315</b>
<b>L. P. Zabolotnaia</b> ( <i>Kishinev, Moldova</i> ). <b>The Mystery of One Portrait: Maria Vladimirovna Staritskaya or Maria (Lupu) Radziwill? . . . . .</b>	<b>331</b>

### ‘SUMMA TECHNOLOGIAE’

<b>K. S. Chugunova</b> ( <i>Saint Petersburg, Russian Federation</i> ). <b>Informational Value of Medieval Metal’s Chemical Composition Based on Two Groups of Copper-Alloy Jewelry . . . . .</b>	<b>341</b>
<b>I. E. Zaytseva, E. S. Kovalenko, K. M. Podurets, M. M. Murashev</b> ( <i>Moscow, Russian Federation</i> ). <b>Medieval Russian Cross Pendants: Neutron and Synchrotron Imaging Experience . . . . .</b>	<b>353</b>
<b>I.A. Saprykina</b> ( <i>Moscow, Russian Federation</i> ). <b>Pewter Jewelry in the Urban Jewelry Set in 12<sup>th</sup>—13<sup>th</sup> cc. (According to the Materials from Excavations in Tver) . . . . .</b>	<b>363</b>
<b>M. I. Gonyanyi, T. G. Saracheva</b> ( <i>Moscow, Russian Federation</i> ). <b>Chemical Composition of Metal Used in Breast Crosses from Ustye 2, 3 Settlements on the Kulikovo Field. . . . .</b>	<b>369</b>
<b>E. V. Salmina, S. A. Salmin</b> ( <i>Pskov, Russian Federation</i> ). <b>Metallurgical Furnaces on the Burial Mounds (discovery of the medieval metallurgy district in Pskov during excavations in 2016—2019) . . . . .</b>	<b>381</b>
<b>T. B. Senichenkova, S. O. Uriupov</b> ( <i>Saint Petersburg, Russian Federation</i> ). <b>Revisiting the Ancient Technique of Tar-making. . . . .</b>	<b>389</b>

## CONQUERORS OF THEIR OWN HOMELAND

- O. V. Komar** (*Kyiv, Ukraine*). **Belt Fittings of the 9<sup>th</sup> Century from the Early Magyar Burials of the Dniester-Danube Region** . . . . . 397
- E. Gáll** (*Bucharest, Romania*). **The Grave of an Allegedly “Conquest Period Hungarian Warrior” Found in 1959, at Tei Lake near Bucharest** . . . . . 407
- M. V. Kvitnytskyi** (*Tiraspol, Moldova*), **N. P. Telnov** (*Kishinev, Moldova*), **V. S. Sinika** (*Tiraspol, Moldova*), **S. D. Lysenko** (*Kyiv, Ukraine*), **A. Türk** (*Budapest, Hungary*). **Grave from Vladycheni with Adornment of the Hungarian Type.** . . . . . 415

## RESEARCH AND PUBLICATIONS

- S. N. Travkin** (*Saint Petersburg, Russian Federation*). **Some Features of the Use of Coins in Jewelry in the Middle Ages** . . . . . 427
- E. R. Mikhaylova** (*Saint Petersburg, Russian Federation*). **Barrows with Inhumations from the Medieval Cemetery Kotorsk IX** . . . . . 433
- V. Yu. Sobolev** (*Saint Petersburg, Russian Federation*). **Ancient Russian Funeral Culture of the Novgorod Land. Chronological Indicators of Early Stage** . . . 447
- A. V. Kurbatov** (*Saint Petersburg, Russian Federation*). **A Rare Find from Berezov in the North of Western Siberia** . . . . . 453
- N. D. Russev** (*Kishinev, Moldova*). **From Multi-Colored Threads to Bones and Small Knives: towards history of ethnographic objects from remote childhood** . . 461

## POLEMIC ETUDES

- D. A. Topal** (*Kishinev, Moldova*). **Jewellery from Vetttersfelde Hoard: in search of the narrative, its author and recipient** . . . . . 469
- A. A. Romanchuk** (*Kishinev, Moldova*). **Women’s Jewelry and the Origin of Old Russian State: Some Remarks in the Margins of the Issue.** . . . . . 479
- A. E. Musin** (*Saint Petersburg, Russian Federation*). **Paradoxes of the Reception of Byzantine Culture in Medieval Rus’** . . . . . 487
- F. Nițu** (*Bucharest, Romania*). **Jewellery consumption in Wallachia and Moldova, 17<sup>th</sup>—18<sup>th</sup> centuries** . . . . . 499
- Abbreviations** . . . . . 505

И. Е. Зайцева, Е. С. Коваленко, К. М. Подурец, М. М. Мурашев

## Древнерусские кресты-энколпионы: опыт нейтронной и синхротронной визуализации

**Keywords:** Kievian Rus', cross pendants, methodology, neutron and synchrotron radiography and tomography, 3D models

**Ключевые слова:** Древняя Русь, кресты-энколпионы, методика, нейтронная и синхротронная радиография и томография, 3D-модели

*I. E. Zaytseva, E. S. Kovalenko, K. M. Podurets, M. M. Murashev*

### Medieval Russian Cross Pendants: Neutron and Synchrotron Imaging Experience

The article presents the experience of studying closed Medieval Russian cross pendants using modern nuclear physics methods: neutron and synchrotron radiography and tomography. The work was carried out on the equipment base of the National research center "Kurchatov Institute". Non-destructive methods of analysis are described. They allow to determine the configuration of encolpions' internal cavities without opening the leaves, to fix the presence of sacred relics, their nature and distribution in the cavities. The examples of research of 4 encolpions from the rural sites of Suzdal Opolie and Novgorod are given. 3D models of encolpions were built on the basis of tomographic sections. Some show the internal space of the crosses with the location of relics, others show the features of corrosion of the leaves. A special model was created for the black decor (niello) of one of the crosses. Building 3D models provides work with archaeological and museum artifacts at the modern high-tech level: scientific analysis, creation of virtual and real copies, demonstration for the promotion of cultural heritage objects.

*И. Е. Зайцева, Е. С. Коваленко, К. М. Подурец, М. М. Мурашев*

### Древнерусские кресты-энколпионы: опыт нейтронной и синхротронной визуализации

В статье представлен опыт исследования закрытых древнерусских крестов-энколпионов с помощью современных ядерно-физических методов: нейтронной и синхротронной радиографии и томографии. Работы проведены на приборной базе Национального исследовательского центра «Курчатовский институт». Описаны неdestructивные методики анализа, позволяющие без открытия створок крестов определить конфигурацию их внутренних полостей, зафиксировать наличие священных вложений, их характер и расположение в полостях. Приведены примеры исследования 4 энколпионов из селищ Суздальского Ополя и Новгорода. На основе томографических срезов построены 3D-модели энколпионов, демонстрирующие как внутреннее пространство крестов с расположением реликвий, так и особенности коррозии створок. Отдельная модель создана для черного декора одного из крестов. 3D-модели способны на современном высокотехнологичном уровне обеспечить работу с археологическими и музейными артефактами: научный анализ, создание виртуальных и реальных копий, демонстрацию для популяризации объектов культурного наследия.

Средневековые кресты-энколпионы — одна из ярких и выразительных категорий памятников материальной культуры, издавна привлекающая внимание археологов. Энколпионы вошли уже в первые отечественные сводки археологических предметов (Ханенко 1899) и с тех пор вызывают неизменный интерес исследователей (см., например: Корзухина, Пескова 2003; Асташова, Петрова, Сарачева 2011). Большинство экземпляров, хранящихся в музеях, относится к категории беспаспортных находок, полученных из част-

ных коллекций. Чаще это одиночные разрозненные створки. Крестов, у которых сохранились обе створки, значительно меньше. В настоящее время построена типологическая схема энколпионов, определены основные периоды их бытования (Корзухина, Пескова 2003).

В связи с этим большое научное значение имеют находки целых закрытых энколпионов, совершенные в ходе легитимных археологических работ. Они не только позволяют уточнить хронологические позиции отдель-

---

Research is supported by the Russian Foundation for Basic Research, project no. 17-29-04129 "North-Eastern Rus Christian Antiquities in the 11<sup>th</sup>—13<sup>th</sup> centuries: comprehensive research with neutron and x-ray methods" ■ Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект №17-29-04129 «Христианские древности Северо-Восточной Руси XI—XIII вв.: комплексные исследования с применением нейтронных и рентгеновских методов».

© И. Е. Зайцева, Е. С. Коваленко, К. М. Подурец, М. М. Мурашев, 2020.

ных типов крестов, но и обратиться к вопросам изучения священных вложений в древнерусские реликварии. В последние годы экспедициями Института археологии РАН собрано около 20 таких предметов: 17 находок конца XI — XIII вв. происходят из верхнего пахотного слоя сельских поселений округа Суздаля (Макаров, Зайцева, Грешников 2017), 6 предметов обнаружены в ходе археологических раскопок в городских датированных слоях и комплексах — 2 в самом Суздале (XII—XIII вв.), 3 в Новгороде (XI—XII вв.) (Олейников 2019)<sup>1</sup>, один в Новодевичьем монастыре в Москве (конец XVI — нач. XVII вв.) (Грешников и др. 2020).

Разрабатывая план изучения этих предметов, было принято решение провести их комплексное аналитическое исследование, включающее, кроме традиционных археологических методов типологии, подбора аналогий и трасологии проведение серии экспериментов на приборной базе Национального исследовательского центра (НИЦ) «Курчатовский институт». Методами сканирующей электронной микроскопии с рентгенфлуоресцентным анализом (SEM-EDS) и нейтронно-радиационного анализа определен состав металла створок крестов и имеющегося на многих из них черного декора, способом нейтронной дифракции установлены фазовые составы черни.

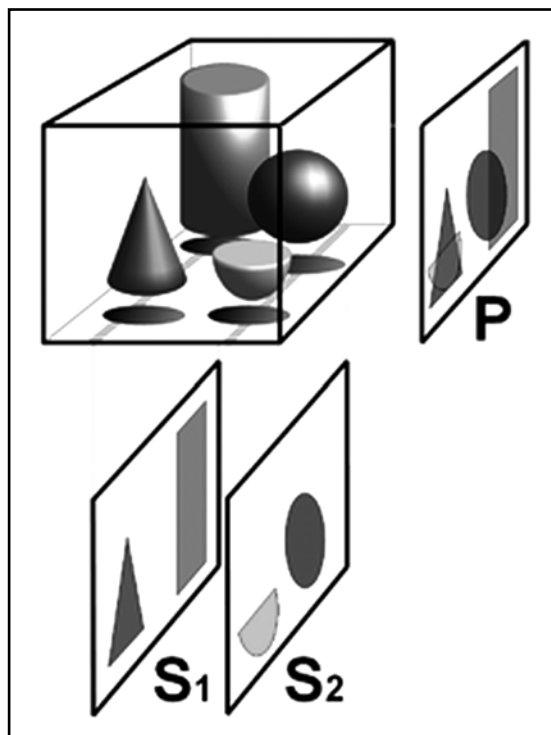
Для понимания внутреннего строения закрытых энколпионов, определения конфигурации полости, фиксации наличия священных вложений, их характера и расположения внутри створок были использованы методы нейтронной и рентгеновской радиографии и томографии, позволяющие визуализировать скрытое от глаз строение сложных составных объектов культурного наследия, не прибегая к их разрушению.

Методы нейтронной и рентгеновской радиографии и томографии впервые в мировой практике применены для изучения крестов-энколпионов. Результатам этой работы посвящена настоящая статья<sup>2</sup>. Похожими методами в Объединенном институте ядерных исследований в Дубне были исследованы древнерусские лучевой колт и створчатый браслет, а также круглая скандинавская фибула (Сапрыкина и др. 2018; Kichanov et

al. 2018), построены модели античных монет и металлического сосуда (Кичанов, Назаров 2017). Серия работ по построению нейтронных 3D-моделей объектов культурного наследия проведена в швейцарском Институте Пауля Шерпера (Paul Scherrer Institute). В числе 3D-моделей, построенных сотрудниками этого Института, модель скульптуры скрипача из Национального музея Каталонии, на которой контрастными цветами показаны участки коррозии (Mannes et al. 2014; 2017). Метод нейтронной томографии применен в Институте прикладной физики во Флоренции для исследования внутренней структуры и технологии изготовления древнеегипетских металлических статуэток (Agresti et al. 2016).

### Методы исследования

Радиография — это метод исследования внутреннего строения объектов различной природы, который заключается в получении изображения этих объектов при просвечивании проникающим излучением. Созданные методом нейтронной радиографии изображения являются плоской теневой проекцией трехмерного объекта и не несут полной информации о неоднородности поглощающей



**Рис. 1.** Принципы создания радиографического (P) и томографических (S1, S2) изображений.

**Fig. 1.** Principles for creating radiographic (P) and tomographic (S1, S2) images.

<sup>1</sup> Благодарим О. М. Олейникова за возможность работы с находками энколпионов из Новгорода.

<sup>2</sup> Первые результаты исследований крестов-энколпионов опубликованы (Говор и др. 2017; Kovalenko et al. 2019).

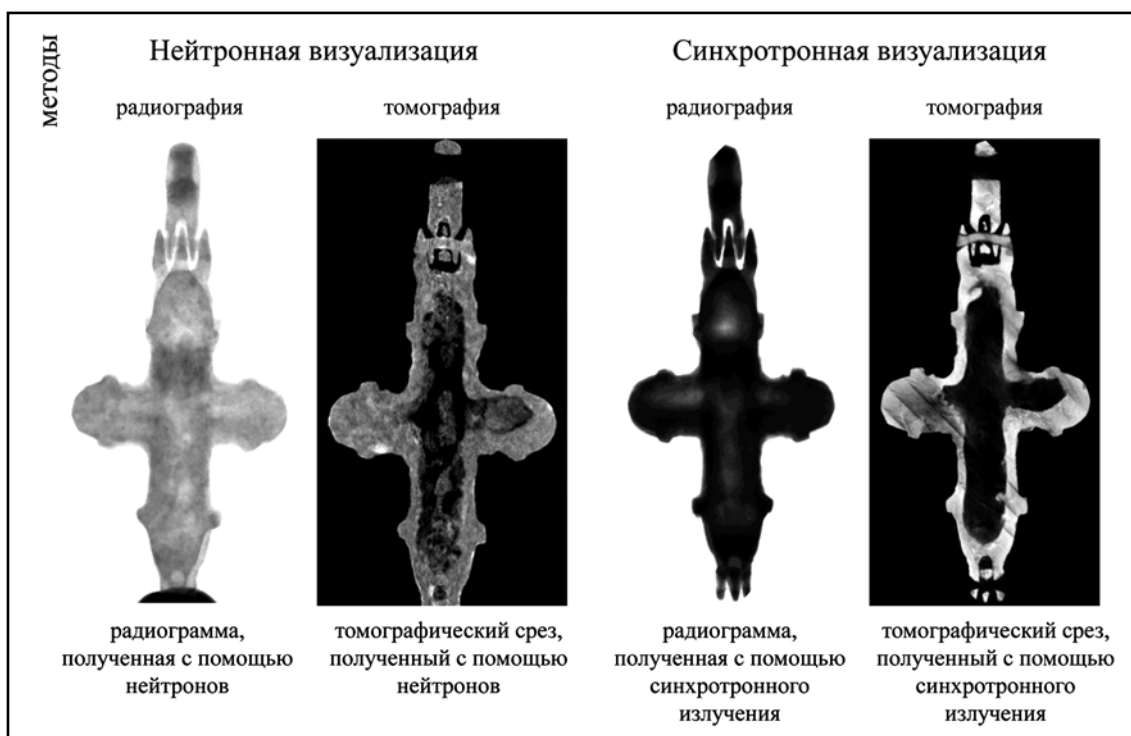


Рис. 2. Энколпион из Сорогужино. Разные методы визуализации.

Fig. 2. The pectoral cross from Sorogujino. Different visualization methods.

способности внутри объема объекта. Т.е. результатом радиографии является единичное изображение внутреннего строения объекта, в которое вносят вклад все имеющиеся в объекте неоднородности (рис. 1: Р). Томография — это метод получения объемного изображения внутреннего строения объектов. Результатом томографии является набор послойных изображений внутреннего строения объекта (рис. 1: S1 и S2). Томография дает дифференцированную информацию о каждом элементарном объеме объекта без наложения изображений неоднородностей друг на друга, в то время как радиография отражает интегральную картину. Томография как метод шире и вмещает радиографию. Эти способы получения информации о внутреннем содержимом объектов называют более широким термином — визуализация.

И радиографию, и томографию можно осуществлять при помощи разных типов проникающего излучения:

- электромагнитных волн (рентгеновское, включая синхротронное, излучение, гамма-излучение и др.);
- элементарных частиц (нейтроны, электроны и др.).

Изображения одного и того же объекта, полученные с помощью различных типов проникающего излучения, будут отличаться и дополнять друг друга (рис. 2). Так, нейтроны

имеют нерегулярную зависимость полного сечения взаимодействия от номера элемента в периодической таблице, что позволяет, в отличие от рентгеновского излучения, различать вещества с близкими значениями атомной массы, а также вещества, содержащие некоторые легкие элементы, например, водород. Поэтому в ходе эксперимента, по возможности, была выполнена и нейтронная, и синхротронная томография крестов, что дало возможность лучше понять природу регистрируемых неоднородностей.

В НИЦ «Курчатовский институт» источником нейтронов является исследовательский реактор ИР-8. На нем действует установка для нейтронной визуализации ДРАКОН (диагностика радиационная комплексная), позволяющая проводить томографию и радиографию различных объектов с пространственным разрешением около 250 мкм (Соменков и др. 2019). Все эксперименты по синхротронной томографии и радиографии археологических объектов проводятся на Курчатовском источнике синхротронного излучения (КИСИ — Курчатов) с пространственным разрешением около 80 мкм.

Томографическая съемка заключается в получении массива радиографических изображений образца при различных угловых положениях от 0 до 180°. После этого проводится математическая реконструкция этих изо-

бражений, в результате которой получают набор томографических срезов объекта, каждый пиксел изображений в которых несет информацию о степени ослабления излучения в элементарном объеме образца. На приведенных в данной работе изображениях чем светлее пиксел, тем сильнее ослабление.

Всего исследованию подверглись 12 предметов. Томографические срезы некоторых энколпионов опубликованы при анализе конкретных находок (Зайцева и др. 2019; Kovalenko et al. 2019; Грешников и др. 2020). Рассмотрим кресты, для которых проведен полный цикл работ: от снятия томографических срезов до построения объемных моделей.

1. Суздальское Ополье, селище Федосьино 1, 2018, №867/6. Целый закрытый энколпион без оглавия, прямоконечный, гладкий, тип IV.6.1 по А. А. Песковой (Корзухина, Пескова 2003: 165—170). Дата — конец XI — XII вв. Размеры: 45×25×6,5 мм (рис. 3: 1). Сохранились оба запорных штифта в виде расклепанных бронзовых стерженьков. Литые створки по выплавляемой модели из свинцовой латуни: состав сплава 1-й створки: Cu — 69,5%, Zn — 11%, Pb — 18%, Sn — 0,5%, в качестве загрязнителя присутствовали Fe — 0,5% и Al — 0,5%; состав сплава 2-й створки: Cu — 57%, Zn — 21%, Pb — 17,5%, в качестве загрязнителя из почвы присутствовал Al — 4%. Створки украшены черневым орнаментом: Распятие (лицевая створка) и Богоматерь Оранта (оборотная створка).

На томографических срезах обнаружено скопление рыхлого вещества в нижней ветви реликвария. Небольшое количество заполнения зафиксировано в боковых ветвях и центре креста. Остальное пространство полости оказалось пустым (рис. 3: 3). Была подтверждена сохранность запорных механизмов. На основе томографических слоев построены 3D-модели поверхности креста и его внутренней полости (рис. 3: 2, 6, 7).

Отдельная работа проведена с моделированием черневого декора. Для створки с Орантой построена модель без черни, показывающая слабый рельеф канавок под чернь, полученных сразу при литье и не подвергавшихся последующей доработке (рис. 3: 6). Созданы две 3D-модели черневого покрытия этой створки. Одна демонстрирует декор со стороны лицевой поверхности (рис. 3: 4). Хорошо видно, что поверхность черни практически гладкая, на некоторых участках она выступает над поверхностью створок. Другая модель показывает вид черни как бы с изнаночной стороны: декор повторяет все неровности канавок, подтверждая, что чернь накладывалась

в виде довольно сильно размягченной массы (рис. 3: 5).

В результате этой работы удалось установить, что глубина черневого покрытия составляет 0,1—0,8 мм, ширина — 0,3—4,8 мм. Построение 3D-моделей черневого рисунка в совокупности с анализами химического и фазового состава черневой массы способствуют более точной и достоверной интерпретации не изучавшейся ранее технологии изготовления черневого узора на бронзовых крестах-энколпионах.

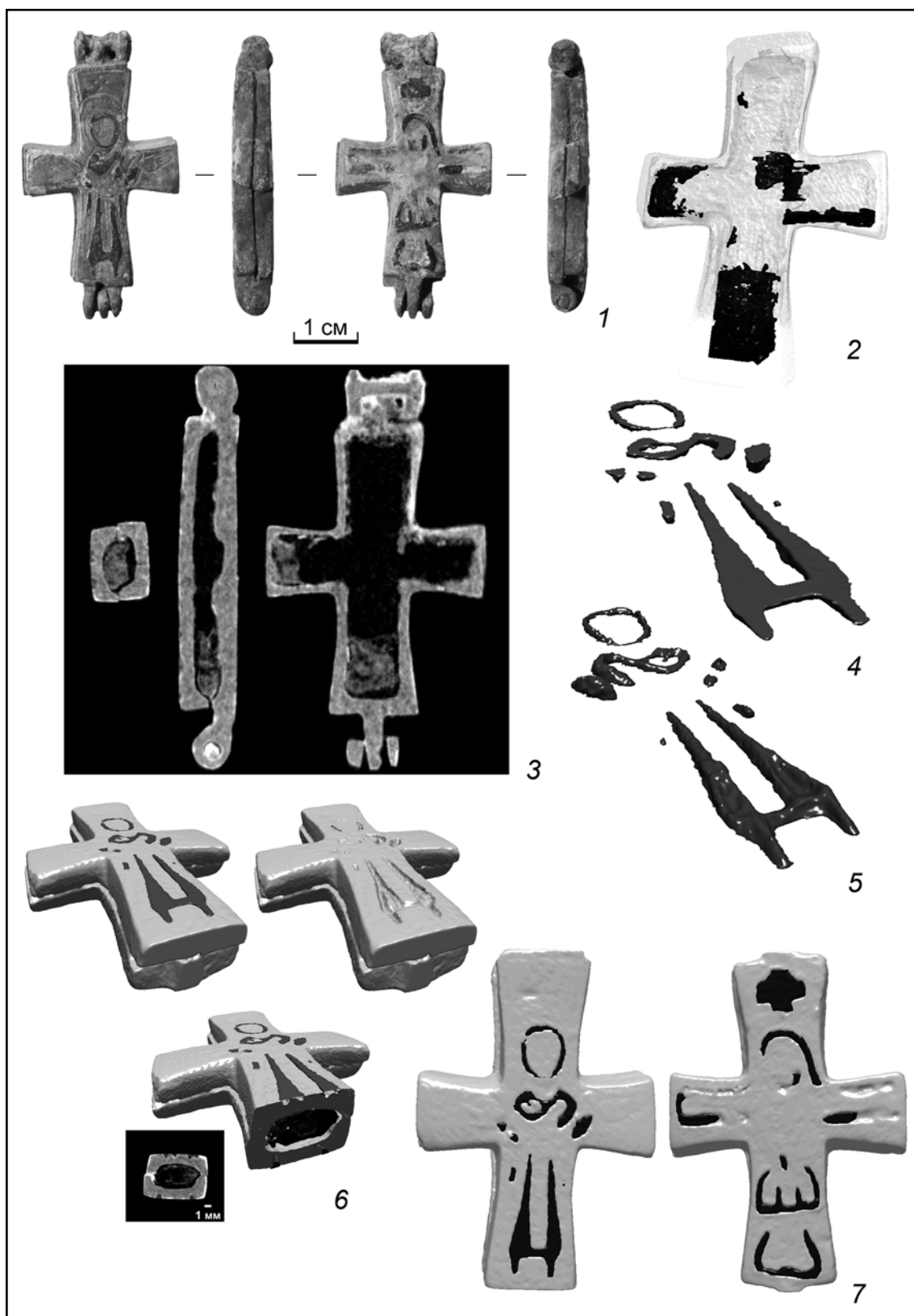
2. Суздальское Ополье, селище Сорогужино 2, 2015, №443/17. Целый закрытый энколпион с оглавием, рельефный с закругленными концами. Размеры без оглавия: 44×25×6 мм. На лицевой створке помещено Распятие, на оборотной — Богоматерь с ладонями, раскрытыми перед грудью: тип III.1.1 по А. А. Песковой (рис. 4: 1). Время бытования — весь XII век (Корзухина, Пескова 2003: 132—133). Литые по оттиску готового изделия из оловянной бронзы. Интегральный состав металла двух створок, выполненный методом нейтронно-активационного анализа: Cu — 89,2%, Sn — 5,8%, Pb — 0,35%. Изображения нечеткие и затертые. Сохранился верхний запорный штифт в виде бронзового стержня, нижний штифт отсутствовал.

По данным нейтронной томографии внутренняя полость креста-энколпиона примерно наполовину заполнена твердым веществом, прозрачным для рентгеновского излучения. Вещество распределено по стенкам полости и примыкает к зазорам между створками, в центре креста находятся фрагменты, не закрепленные на стенках (рис. 4: 2).

На основе томографических срезов построены две 3D-модели: одна внешней поверхности энколпиона с показом разными цветами различных конструктивных элементов креста (рис. 4: 3); другая — фиксирующая контрастными цветами процесс коррозии створок (рис. 4: 4). Информация о формах и динамике коррозии бронзовых предметов вызывает интерес у реставраторов и хранителей музейных фондов и может быть использована при составлении протокола реставрации вещи.

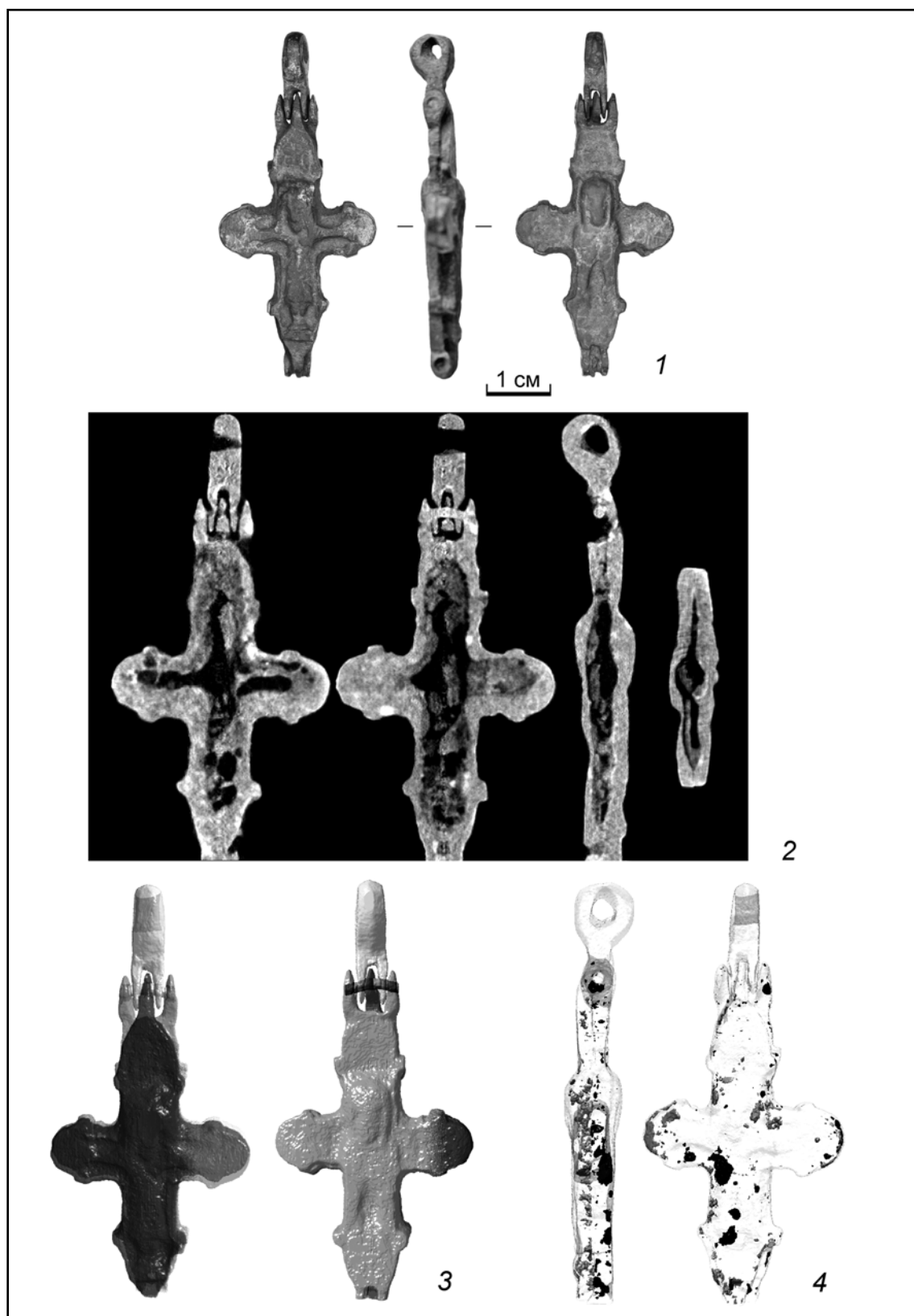
3. Суздальское Ополье, селище Михаилы 4, 2016, №679/100. Закрытый энколпион без оглавия, нижние петли и штифт обломаны, гладкий прямоконечный. Размеры: 32×18×4 мм. Литой по восковой модели из многокомпонентного сплава (состав металла 1-й створки: Cu — 83%, Zn — 8%, Sn — 4%, Pb — 4%, в качестве загрязнителя присутствовало Fe — 1%; состав металла 2-й створки: Cu — 80%, Zn — 6%, Sn — 6%, Pb —





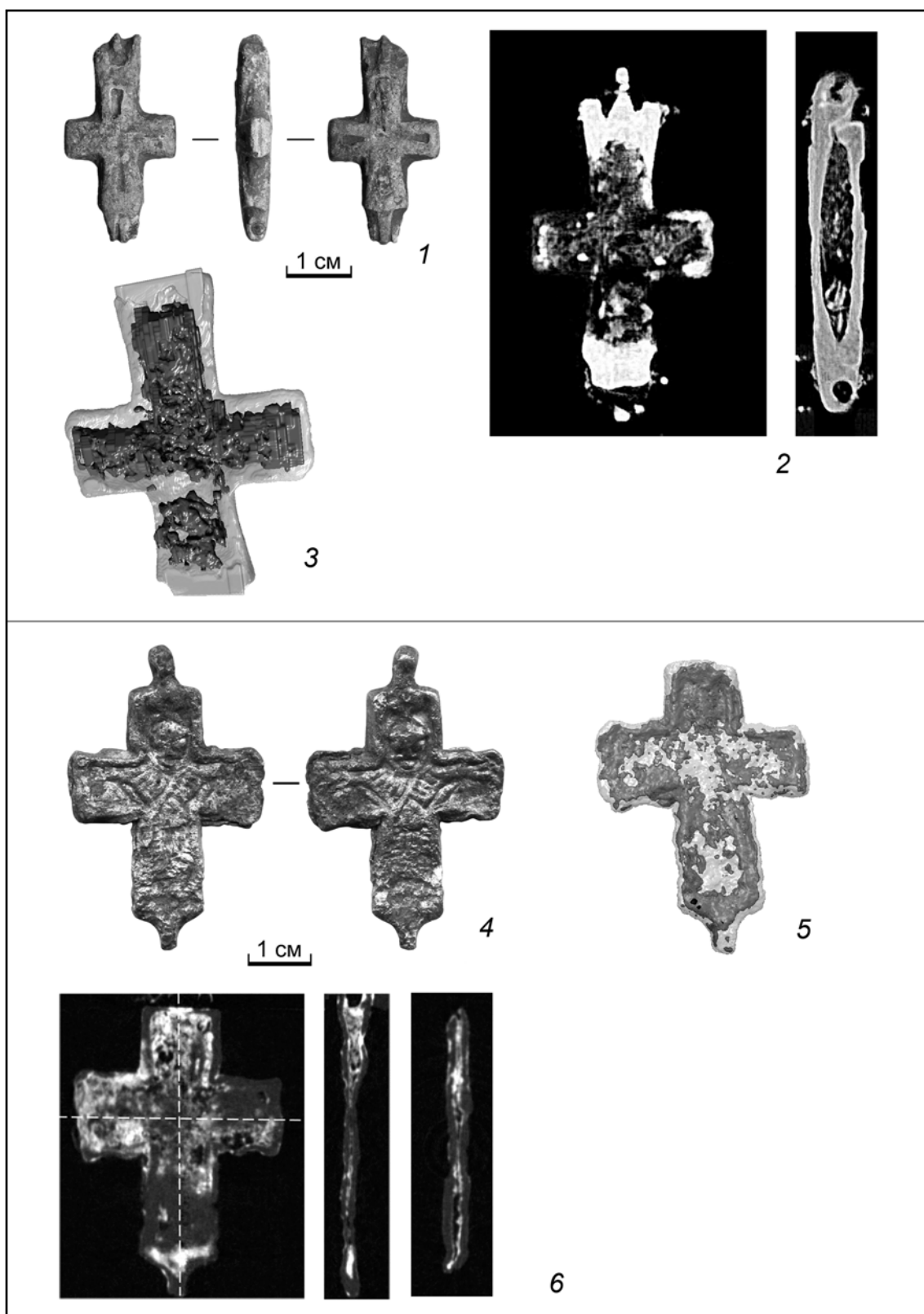
**Рис. 3.** Энколпион из Федосино. 1 — фото; 2 — 3D-модель внутренней полости, контрастным цветом показано вложение; 3 — нейтронные томографические срезы; 4 — 3D-модель черного декора (вид сверху); 5 — 3D-модель черного декора (вид снизу); 6, 7 — 3D-модели поверхности энколпиона.

**Fig. 3.** The pectoral cross from Fedosino. 1 — photo; 2 — 3D model of the internal cavity, the relic is shown in contrasting color; 3 — neutron tomographic sections; 4 — 3D model of the niello (top view); 5 — 3D model of the niello (bottom view); 6, 7 — 3D models of the encolpion surface.



**Рис. 4.** Энколпион из Сорогужино. 1 — фото; 2 — нейтронные томографические срезы; 3 — 3D-модель поверхности креста (показаны конструктивные элементы); 4 — 3D-модель поверхности креста (показан процесс коррозии).

**Fig. 4.** The pectoral cross from Sorogujino. 1 — photo; 2 — neutron tomographic sections; 3 — 3D model of the cross surface (the structural elements are shown); 4 — 3D model of the cross surface (the corrosion process is shown).



**Рис. 5.** Энколпионы из Михалей и Новгорода. Энколпион из Михалей: 1 — фото; 2 — нейтронные томографические срезы; 3 — 3D-модель внутренней полости, контрастным цветом показано вложение; энколпион из Новгорода: 4 — фото; 5 — 3D-модель внутренней полости, контрастным цветом показано вложение; 6 — нейтронные томографические срезы.

**Fig. 5.** Encolpions from Michali and Novgorod. Encolpion from Michali: 1 — photo; 2 — neutron tomographic sections; 3 — 3D model of the internal cavity, contrasting color shows the relics; энколпион из Новгорода: 4 — photo; 5 — 3D model of the internal cavity, contrasting color shows the relics; 6 — neutron tomographic sections.

7%, в качестве загрязнителя присутствовали Fe — 0,5% и Si — 0,5%). Сохранился верхний запорный штифт из бронзового стерженька (рис. 5: 1). Обе створки украшены центральным рисунком креста, выложенным черневыми инкрустированными полосами. Тип IV.6.3 по А.А. Песковой (Корзухина, Пескова 2003: 171—173).

Методом нейтронной томографии установлено, что внутренняя полость креста почти полностью заполнена рыхлым составом, в котором, преимущественно, в центре и в нижней ветви, присутствует большое количество крупных включений, а также плоские и нитевидные объекты (рис. 5: 2). Построена 3D-модель внутренней полости энколпиона, на которой показаны различные по составу включения (рис. 5: 3).

4. Новгород, 2011, раскоп Власьевский-2/5, №108. Целый закрытый энколпион с ушком, прямоконечный, рельефный. Размеры без ушка 35 × 30 × 4 мм (рис. 5: 4). Крест был отлит из олова с 0,5% примесью меди по оттиску энколпиона. Две створки с одинаковым изображением грубого Распятия были соединены проковкой по краям. Без штифтов. Первая половина XII в. (Олейников 2019: 169—170).

На томографических срезах специальная полость для вложения внутри не выявлена. Между створками обнаружен просвет шириной 0,75 до 3,75 мм, в котором находилось сильно поглощающее рыхлое вещество (возможно, водородосодержащие гидроксиды).

Вещество было распределено по всей межстворчатой площади (рис. 5: 5, 6). Построена 3D-модель внутреннего строения креста (рис. 5: 5).

## Заключение

Использование неdestructивных методов естественных наук, в частности, ядерно-физических методов исследования сложно-составных археологических объектов очень перспективно. Нейтронная и синхротронная томография позволяет не только получить новую научную информацию о каждом конкретном предмете, детально исследовать его внутреннее строение, технику изготовления, все специфические особенности, но и предоставляет новые возможности для научного документирования и музейного экспонирования археологических находок. Новые технологии дали возможность заглянуть внутрь закрытых и скрепленных штифтами створок энколпионов, увидеть и оценить степень сохранности священных реликвий.

Построенные 3D-модели способны на современном высокотехнологичном уровне обеспечить работу с археологическими и музейными артефактами: научный анализ, создание виртуальных и реальных копий, демонстрацию для популяризации объектов культурного наследия в музейном показе и в сети интернет.

## Литература

- Асташова Н.И., Петрова Л.А., Сарачева Т.Г. 2013. *Кресты-энколпионы из собрания Государственного исторического музея*. Москва: РИП-холдинг.
- Говор и др. 2017: Говор Л.И., Грешников Э.А., Зайцева И.Е., Коваленко Е.С., Куркин В.А., Мурашев М.М., Подурец К.М., Соменков В.А., Глазков В.П., Благов А.Е., Яцишина Е.Б. 2017. Исследование закрытых древнерусских крестов-энколпионов с применением ядерно-физических методов. *КСИА* 249 (II), 348—365.
- Грешников и др. 2020: Грешников Э.А., Беляев Л.А., Подурец К.М., Коваленко Е.С., Мурашев М.М., Глазков В.П., Говор Л.И., Преснякова Н.Н., Дороватовский П.В., Малахов С.Н., Пожидаев В.М. 2020. Комплексные исследования креста-энколпиона XVI—XVII веков из Новодевичьего монастыря с использованием естественных — научных методов. *РА*, в печати.
- Зайцева и др. 2019: Зайцева И.Е., Грешников Э.А., Велигжанин А.А., Пахунов А.А., Дороватовский П.В., Колобылина Н.Н., Подурец К.М., Коваленко Е.С., Мурашев М.М., Глазков В.П., Яцишина Е.Б. 2019. О «зеленой черни» в декоре древнерусских крестов-энколпионов из находок в Суздальском Ополье. *РА* (3), 50—61. Doi: 10.31857/S086960630005670-6.
- Кичанов и др. 2017: Кичанов С.Е., Назаров К.М., Козленко Д.П., Сапрыкина И.А., Савенко Б.В. 2017. Исследование внутренней структуры древних монет методом нейтронной томографии. *Поверхность. Рентгеновские, нейтронные, синхротронные излучения* (6), 11—15.
- Корзухина Г.Ф., Пескова А.А. 2003. *Древнерусские энколпионы. Нагрудные кресты-реликварии X—XIII вв.* Санкт-Петербург: Петербургское востоковедение.
- Макаров Н.А., Зайцева И.Е., Грешников Э.А. 2017. Черневые кресты-энколпионы в Суздальском Ополье. *Археологические вести* 23, 291—310.
- Олейников О.М. 2019. Новые находки энколпионов конца XI — первой четверти XIII вв. в Великом Новгороде. *РА* (1), 161—176.
- Сапрыкина и др. 2018: Сапрыкина И.А., Кичанов С.Е., Козленко Д.П., Лукин Е.В. 2018. Возможности нейтронной томографии в археологии на примере исследования древнерусских украшений из Тверского клада 2014 г. *РА* (3), 36—42.
- Соменков и др. 2019: Соменков В.А., Глазков В.П., Эм В.Т., Гуреев А.И., Мурашев М.М., Садыков Р.А., Аксенов С.Н., Трунов Д.Н., Столя-

- ров А.А., Алексеев А.А., Кравчук Л.В. 2019. Установка для комплексной радиационной диагностики «ДРАКОН». *Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования* (9), 93—99.
- Ханенко Б.И., Ханенко В.И. 1899. *Древности русские. Кресты и образки*. Киев.
- Agresti et al. 2016: Agresti J., Osticioli I., Guidotti M.C., Kardjilov N., Siano S. 2016. Non-invasive archaeometallurgical approach to the investigations of bronze figurines using neutron, laser and X-ray techniques. *Microchemical Journal* 124, 765—774.
- Kichanov et al. 2017: Kichanov S.E., Nazarov K.M., Kozlenko D.P., Saprykina I.A., Lukin E.V., Savenko B.N. 2017. Analysis of the Internal Structure of Ancient Copper Coins by Neutron Tomography. *Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques* 11 (3), 585—589.
- Kichanov et al. 2018: Kichanov S., Saprykina I., Kozlenko D., Nazarov K., Lukin E., Rutkauskas A., Savenko B. 2018. The studies of the ancient Russian cultural heritage objects by means of a neutron tomography method. *Journal of Imaging* 4 (2), 1—9.
- Kovalenko et al. 2019: Kovalenko E.S., Podurets K.M., Greshnikov E.A., Zaitseva I.Y., Agafonov S.S., Somenkov V.A., Kolobylyna N.N., Kaloyan A.A., Govor L.I., Kurkin V.A., Yatsishina Y.B. 2019. The Investigation of the Medieval Russian Bronze Reliquary Cross Pendant Using a Complex of Non-destructive Methods. *Crystallography Reports* 64 (5), 841—846. Doi: 10.1134/S1063774519050110.
- Mannes et al. 2014: Mannes D., Lehmann E., Masalles A., Schmidt-Ott K., Przychowski A., Schaeppi K., Schmid F., Peetermans S., Hunger K. 2014. The study of cultural heritage relevant objects by means of neutron imaging techniques. *Insight* 56 (3), 137—141.
- Mannes et al. 2017: Mannes D., Lehmann E.H. (contrib. Furger A.R.). 2017. Study of Ancient Metallic Artifacts by Using Neutron Imaging Techniques. *Bull APA* 57, 171—179.
- Somenkov et al. 2019: Somenkov V.A., Glazkov V.P., Em V.T., Gureev A.I., Murashev M.M., Axenov S.N., Trunov D.N., Sadykov R.A., Stolyarov A.A., Alexeev A.A., Kravchuk L.V. 2019. On the complex radiation diagnostics facility “DRAGON”. *Journal of Surface Investigation: X-Ray, Synchrotron and Neutron Techniques* 13 (5), 870—876.
- Astashova, N.I., Petrova, L.A., Saracheva, T.G. 2013. *Kresty-enkolpiony iz sobraniia Gosudarstvennogo istoricheskogo muzeia (Crosses-Reliquaries from the Collection of the State Historical Museum)*. Moscow: “RIP-kholding” Publ. (in Russian).
- Govor, L.I., Greshnikov, E.A., Zaitseva, I.E., Kovalenko, E.S., Kurkin, V.A., Murashev, M.M., Podurets, K.M., Somenkov, V.A., Glazkov, V.P., Blagov, A.E., Iatsishina, E.B. 2017. In *Kratkie soobshcheniia Instituta arkheologii (Brief Communications of the Institute of Archaeology)* 249 (II), 348—365 (in Russian).
- Greshnikov, E.A., Beliaev, L.A., Podurets, K.M., Kovalenko, E.S., Murashev, M.M., Glazkov, V.P., Govor, L.I., Presniakova, N.N., Dorovatovskii, P.V., Malakhov, S.N., Pozhidaev, V.M. 2020. In *Rossiiskaia Arkheologiya (Russian Archaeology)* (in print) (in Russian).
- Zaitseva, I.E., Greshnikov, E.A., Veligzhanin, A.A., Pakhunov, A.A., Dorovatovskii, P.V., Kolobylyna, N.N., Podurets, K.M., Kovalenko, E.S., Murashev, M.M., Glazkov, V.P., Iatsishina, E.B. 2019. In *Rossiiskaia Arkheologiya (Russian Archaeology)* (3), 50—61. Doi: 10.31857/S086960630005670-6 (in Russian).
- Kichanov, S.E., Nazarov, K.M., Kozlenko, D.P., Saprykina, I.A., Savenko, B.V. 2017. In *Poverkhnost'. Rentgenovskie, neitronnye, sinkhrotronnye issledovaniia (Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques)* (6), 11—15. Trad. in: Kichanov, S.E., Nazarov, K.M., Kozlenko, D.P., Saprykina, I.A., Lukin, E.V. and Savenko, B.N. Analysis of the Internal Structure of Ancient Copper Coins by Neutron Tomography. *Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques* 11 (3), 585—589.
- Korzukhina, G.F., Peskova, A.A. 2003. *Drevnerusskie enkolpiony. Nagrudnye kresty-relikvarii X—XIII vv. (Ancient Russian Encolpions: Breast Crosses-Reliquaries of 10<sup>th</sup>—13<sup>th</sup> Centuries)*. Series: Proceedings of the Institute for the History of Material Culture, Russian Academy of Sciences VII. Saint Petersburg: “Peterburgskoe vostokovedenie” Publ. (in Russian).
- Makarov, N.A., Zaitseva, I.E., Greshnikov, E.A. 2017. In *Arkheologicheskie vesti (Archaeological News)* 23, 291—310 (in Russian).
- Oleinikov, O.M. 2019. In *Rossiiskaia Arkheologiya (Russian Archaeology)* (1), 161—176 (in Russian).
- Saprykina, I.A., Kichanov, S.E., Kozlenko, D.P., Lukin, E.V. 2018. In *Rossiiskaia Arkheologiya (Russian Archaeology)* (3), 36—42 (in Russian).
- 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. Ustanovka dlia kompleksnoi radiatsionnoi diagnostiki «DRAKON». *Poverkhnost'. Rentgenovskie, sinkhrotronnye i neitronnye issledovaniia (Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques)* (9), 93—99. Trad. in: Somenkov, V.A., Glazkov, V.P., Em, V.T., Gureev, A.I., Murashev, M.M., Axenov, S.N., Trunov, D.N., Sadykov, R.A., Stolyarov, A.A., Alexeev, A.A., Kravchuk, L.V. On the complex radiation diagnostics facility “DRAGON”, *Journal of Surface Investigation: X-Ray, Synchrotron and Neutron Techniques*. 13 (5), 870—876 (in Russian).
- Khanenko, B.I., Khanenko, V.I. 1899. *Drevnosti Russkie. Kresty i obrazki (Russian Antiquities: Crosses and Holy Pictures)*. Kiev: “Kiev” Publ. (in Russian).
- Agresti, J., Osticioli, I., Guidotti, M.C., Kardjilov, N., Siano, S. 2016. Non-invasive archaeometallurgical approach to the investigations of bronze figurines using neutron, laser and X-ray techniques. *Microchemical Journal* 124, 765—774.
- Kichanov, S., Saprykina, I., Kozlenko, D., Nazarov, K., Lukin, E., Rutkauskas, A., Savenko, B. 2018. The studies of the ancient Russian cultural heritage objects by means of a neutron tomography method. *Journal of Imaging* 4 (2), 1—9.
- Kovalenko, E.S., Podurets, K.M., Greshnikov, E.A., Zaitseva, I.Y., Agafonov, S.S., Somenkov, V.A., Kolobylyna, N.N., Kaloyan, A.A., Govor, L.I., Kurkin, V.A., Yatsishina, Y.B. 2019. The Investigation of the Medieval Russian Bronze Reliquary Cross Pendant Using a Complex of Nondestructive Methods. *Crystallogra-*

- phy Reports* 64 (5), 841—846. Doi: 10.1134/S1063774519050110.
- Mannes, D., Lehmann, E., Masalles, A., Schmidt-Ott, K., Przychowski, A., Schaeppi, K., Schmid, F., Peetermans, S., Hunger, K. 2014. The study of cultural heritage relevant objects by means of neutron imaging techniques. *Insight* 56 (3), 137—141.
- Mannes, D., Lehmann, E.H. (contrib. Furger, A.R.). 2017. Study of Ancient Metallic Artifacts by Using Neutron Imaging Technigues. *Bull APA* 57, 171—179.

Статья поступила в сборник 15 февраля 2020 г.

**Irina Zaytseva** (Moscow, Russian Federation). Candidate of Historical Sciences. Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences<sup>1</sup>.

**Зайцева Ирина Евгеньевна** (Москва, Россия). Кандидат исторических наук. Институт археологии Российской Академии наук.

**E-mail:** izaitseva@yandex.ru

**Ekaterina Kovalenko** (Moscow, Russian Federation). National Research Center “Kurchatov Institute”<sup>2</sup>.

**Коваленко Екатерина Сергеевна** (Москва, Россия). Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт».

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

**Konstantin Podurets** (Moscow, Russian Federation). Doctor of Physics and Mathematics. National Research Center “Kurchatov Institute”<sup>3</sup>.

**Подурец Константин Михайлович** (Москва, Россия). Доктор физико-математических наук. Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт».

**E-mail:** podurets@yandex.ru

**Mikhail Murashev** (Moscow, Russian Federation). National Research Center “Kurchatov Institute”<sup>4</sup>.

**Мурашев Михаил Михайлович** (Москва, Россия). Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт».

**E-mail:** mihaillmmm@inbox.ru

---

**Addresses:** <sup>1</sup> Dmitry Ulyanov St., 19, Moscow, 117292, Russian Federation; <sup>2–4</sup> Academic Kurchatov Sq., 1, Moscow, 123098, Russian Federation