



РУССКИЙ МУЗЕЙ

# СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ИСКУССТВА

ВЫПУСК XXXII

РУССКИЙ МУЗЕЙ

# СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ИСКУССТВА

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
В ОБЛАСТИ НУМИЗМАТИКИ

Круглый стол 16–17 октября 2018 года



Директор Русского музея  
Владимир Гусев

Научный руководитель  
Евгения Петрова

Составитель сборника  
Михаил Асварищ

Авторы статей  
Михаил Асварищ, Микаэль Аутенгрубер,  
Богдан Берковский, Михаил Веревкин,  
Вера Гурулева, Лидия Добровольская,  
Ксения Ермалицкая, Александра Калашникова,  
Александр Косолапов, Роман Крицук,  
Кирилл Кудрявцев, Сергей Левин,  
Игорь Малкиель, Павел Марцишь,  
Александра Митяева, Денис Прокуратов,  
Рудольф Резничек, Валерий Седых,  
Татьяна Слепова, Наталья Смирнова,  
Юрий Спиридонов, Ольга Степанова,  
Яков Френкель, Ксения Чугунова

Дизайн и компьютерная  
подготовка макета  
Зинаида Николаева  
при участии Виктора Косяченко

Перевод резюме  
Александра Давыдова

Редактор  
Ольга Клокова

Корректор  
Татьяна Румянцева

© ФГБУК „Государственный Русский музей“

ISBN 978-5-93332-647-2 (Россия)

## ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Н. М. Смирнова</i> Бактрийские никелевые серии II века до н. э. (К истории исследования металла)	4
<i>В. В. Гурулева, Ю. Л. Спиридонов</i> Динамика изменения состава металла византийских милиарисов конца X – XI века	13
<i>Т. И. Слепова</i> Снова о подражаниях венецианским дукатам XIV–XV веков в Восточном Средиземноморье и Северном Причерноморье	21
<i>Д. С. Прокуратов, В. Н. Седых, В. Френкель, К. С. Чугунова</i> Опыт комплексного естественно-научного анализа металла и патины монет	27
<i>К. Ф. Ермалицкая, Р. И. Крицук</i> Сравнение результатов лазерно-эмиссионной спектроскопии и рентгенофлуоресцентного анализа виленских солидов Яна Казимира Вазы 1652–1653 годов	41
<i>А. И. Косолапов, К. С. Чугунова</i> Остаточные напряжения в чеканных и литых монетах	49
<i>М. В. Веревкин, И. К. Малкиель, О. А. Степанова</i> О подлинности «осадных» клипп 1715 года города Висмар из собрания отдела нумизматики Государственного Эрмитажа	60
<i>Б. Ю. Берковский, А. В. Митяева</i> Методика комплексного исследования золотых донативных монет Николая II	66
<i>М. Б. Асварищ</i> К проблеме идентификации медальных новоделов и датировки медалей XVIII — первой половины XIX века	69
<i>Л. И. Добровольская</i> Реставрация высших орденов Российской империи из собрания Государственного Эрмитажа	86
<i>И. К. Малкиель</i> Новые технологии в музейной реставрации экспонатов	95
<i>Р. Резничек, П. Марцишь, М. Аутенгрубер</i> Определение подлинности цепей прусского ордена Черного орла и Гессен-Дармштадтского ордена Золотого льва в лаборатории Таллиннского музея рыцарских орденов	99
<i>М. Аутенгрубер</i> Honи soit qui mal y pense. К вопросу о подделках в Германии немецких и иностранных орденов	111
<i>А. В. Калашникова, К. А. Кудрявцев, С. С. Левин</i> «Улучшенные» предметы фалеристики и методы их определения	116
Список участников Круглого стола	119
Литература	121
Список сокращений	130
Summary	131

- <sup>1</sup> Слепова Т. И., 1998. С. 51–63.
- <sup>2</sup> Кокоржицкая Т. Н., 1992. С. 47.
- <sup>3</sup> Ives H. E., Grierson Ph., 1954.
- <sup>4</sup> Пономарев А. Л., 2011. С. 602.
- <sup>5</sup> Карпов С. П., 2000; Balard M., 1998. Р. 17–36.
- <sup>6</sup> Слепова Т. И., 1992. С. 45–47.
- <sup>7</sup> Фокея, Старая Фокея, называемая обычно нумизматами Фольвеккия, — город на побережье Малой Азии, расположенный напротив острова Хиоса, богат месторождением квасцов.
- <sup>8</sup> Mannucci F., 1979; Lunardi G., 1980. Р. 129–131.
- <sup>9</sup> Tzamalis A. D., 1980. Р. 2, 4.
- <sup>10</sup> Peister W., 1969. Р. 11.
- <sup>11</sup> Lunardi G., 1980. Р. 199.
- <sup>12</sup> Promis D., 1865. Р. 11.
- <sup>13</sup> Lunardi G., 1980. Р. 203.
- <sup>14</sup> Balard M., 1978. Р. 647.
- <sup>15</sup> Schlumberger G., 1878. Tav. XXI.
- <sup>16</sup> Corini C., 1968. Р. X.
- <sup>17</sup> Papadopoli N. I., 1910. Р. 349.
- <sup>18</sup> Schlumberger G., 1878. Р. 211.
- <sup>19</sup> Mayer G., 1953; 1957. Р. 391.
- <sup>20</sup> Ives H. E., Grierson Ph., 1954. Р. 24, 26.
- <sup>21</sup> Iliescu O., 1977. Р. 168.
- <sup>22</sup> Слепова Т. И., 1986. С. 28–30.
- <sup>23</sup> Iliescu O. Op. cit. Р. 170.
- <sup>24</sup> Iliescu O. Op. cit. Р. 171.
- <sup>25</sup> Нудельман А. А., 1976. Т. 8.

## ОПЫТ КОМПЛЕКСНОГО ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО АНАЛИЗА МЕТАЛЛА И ПАТИНЫ МОНЕТ

Д. С. Прокуратов, В. Н. Седых,  
Я. В. Френкель, К. С. Чугунова

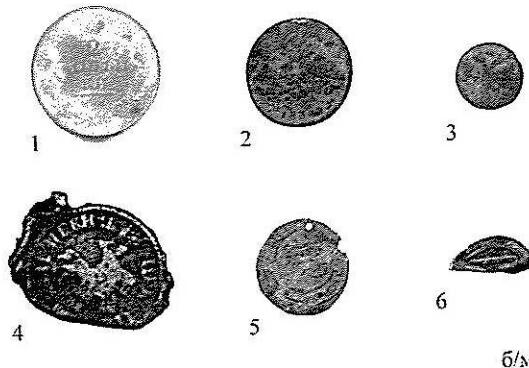
Современные нумизматические исследования оказываются не полными без археометрического анализа монетного металла. Работа с количественными результатами таких анализов имеет известную специфику. Различные методы, применяемые исследователями, обладают собственными как сильными, так и слабыми особенностями. По этой причине предпочтительным часто оказывается комплексный подход в исследовании, позволяющий через преимущества одних используемых методов избегать присущих им недостатков.

Специфика археометрических анализов монетного металла понятна исследователям, непосредственно занимающимся такими анализами, однако не всегда очевидна для исследователей-нумизматов, имеющих классическую подготовку. Руководствуясь этими соображениями, мы в данной работе решили продемонстрировать полученные двумя разными методами результаты анализов монетного металла небольшой серии монет.

В выборку вошли шесть монет: четыре монеты происходят из материалов раскопок Тимерёвского археологического комплекса под Ярославлем и две монеты из учебной коллекции курса «Нумизматика и археология», читаемого на кафедре археологии СПбГУ одним из авторов публикации.

1. Монета достоинством 2 копейки, регулярный чекан 1810–1820-х годов (учебная коллекция).
2. Монета достоинством 1 копейка 1834 года (обнаружена в межкурганном пространстве Тимерёвского могильника в 1990 году).
3. Монета достоинством ¼ копейки (полушка) 1735 года (обнаружена в межкурганном пространстве Тимерёвского могильника в 1990 году).
4. Литая фальшивая монета достоинством 1 копейка, начало XVIII века (учебная коллекция).
5. Подражание куфическому дирхаму чеканки X века с отверстием для привешивания (обнаружена в комплексе жилища № 50 раскопок Тимерёвского поселения в 1976 году).
6. ½ дирхама (Идрисиды, Идрис II (793–828), Тудга?, год обрезан), происходит из комплекса жилища № 1 раскопок Тимерёвского поселения в 1984 году.

Состав выборки формировался таким образом, чтобы представить основные группы металлов, из которых изготавливались как легитимные монеты, так и подделки. В самом деле, не подлежит сомнению, что при огромном многообразии внешнего оформления, большинство монет на всем протяжении периода монетного обращения изготавлялось из меди, сплавов на основе меди (латуней,



1, 4 - учебная коллекция;  
2, 3, 5, 6 - из раскопок Тимерёва

Монеты, рассматриваемые в статье:

1. 2 копейки. Чекан 1810–1820-х (объект № 1).
2. 1 копейка. 1834 (объект № 2).
3. Полушка. 1735 (объект № 3).
4. Литая монета достоинством 1 копейка. Начало XVIII века (объект № 4).
5. Подражание куфическому дирхаму. X век (объект № 5).
6. ½ дирхама. Идрисиды, Идрис II (793–828). Тулга? (объект № 6).

бронз) и драгоценных металлов разной пробы: серебра и (реже) — золота. При этом монетное дело к XVIII веку было поставлено таким образом, что в норме монетная медь была достаточно чистая; раннесредневековые серебряные монеты изготовлены из серебра разной степени чистоты, с заметными примесями свинца и меди; состав же фальшивых монет (в первую очередь, сердцевина монеты) варьировался в достаточно широких пределах. В нашей выборке присутствуют монеты, изготовленные из трех наиболее массовых групп монетного материала: из меди, из сплавов сложного состава на основе меди и из серебра.

Археометрический анализ монетного металла проводился двумя методами, основанными на одном принципе: методом рентгенофлуоресцентного анализа<sup>1</sup> и методом рентгеноспектрального микроанализа (микрорентгеноспектральным методом)<sup>2</sup>. Работа проводилась в лаборатории технико-технологической экспертизы Государственного Эрмитажа<sup>3</sup>.

1. Метод рентгенофлуоресцентного анализа (далее — РФА) последние несколько десятилетий все более активно используется в исследовании древнего металла<sup>4</sup>, в том числе и монетного<sup>5</sup>.

Метод РФА основан на детектировании характеристического рентгеновского излучения, возникающего в области взаимодействия первичного пучка из-

лучения с образцом. Фиксируемая детектором энергия рентгеновских лучей, испускаемых облученным образцом, развертывается в спектр, пики которого находятся на строго определенных характеристических значениях, отвечающих элементному составу образца. Методом РФА исследуется поверхность образца, глубина проникновения первичного пучка в образец составляет порядка 100 мкм. Метод достаточно надежно позволяет определять основные металлы образца. Количественное определение содержания щелочных и щелочноземельных элементов, кремния, алюминия, хлора, серы, фосфора в рамках данного метода в принципе возможно, но на практике затруднено. Это вызывает сложности в тех ситуациях, когда требуется получить количественный состав патины. Не позволяет данный метод, как метод элементного анализа, и определять химические соединения элементов как непосредственно в монетном металле, так и, в первую очередь, в покрывающем монету патинно-коррозийном «чехле».

При осмыслиении результатов анализов, полученных методом РФА, важно учитывать негомогенность монетного металла. Так, в случае присутствия в монетном металле заметного содержания свинца из-за ликвационного эффекта обнаруживается сильный разброс концентраций свинца в металле объекта от мишени к мишени. Данный фактор можно в какой-то степени «сгладить» многочисленностью измерений с последующим усреднением результатов.

Исследование собственно монетного металла методом РФА предполагает расчистку участка исследования от патинно-коррозийной корки. Ту же операцию необходимо сделать и при проходе «чехлов» иного происхождения<sup>6</sup>, образование которых приводит к «фактору многослойности». Такие «чехлы» образуются при обогащении поверхности изделия какими-либо элементами сравнительно с сердцевинной частью. Обогащение происходит благодаря естественным процессам либо в результате целенаправленно проводимых операций (подробнее см. ниже). Технические возможности прицеливания при применении метода РФА<sup>7</sup> в случае многослойности, особенно при значительной стертости монеты, несмотря на возможности коллиматорной регулировки, на практике изрядно затрудняют использование в качестве мишени торцевой части (гурта) монеты. Вынужденно нам приходилось прибегать к механической расчистке аверса или реверса монет, что, конечно, влияло на внешний вид изделий. Расчистка нами проводилась до появления заметного глазу металлического блеска.

Измерения методом РФА проводились на приборе  $\mu$ XRF-спектрометр Art-TAX, RÖNTEC, Bruker<sup>8</sup>. Усредненные результаты анализа металла помещены в таблице 1.

Заметим, что в металле всех монет выборки обнаруживается заметное присутствие железа (0,1–0,6%), причем объекты XVIII–XIX веков, выполненные из меди и сплавов на основе меди, в том числе фальшивая литая монета № 4, оказываются по этому признаку существенно «чище» раннесредневековой подделки (№ 5). Как и следовало ожидать, результаты анализа металла монет № 1–3 дают практически чистую медь: кроме железа в двух случаях (№ 1, 2) обнару-

Таблица 1

№	Ил.	Cu	Fe	As	Ag	Sn	Pb	Zn	Примечание
	Ил. 1, 1	основа	0,1	0,1	-	-	-	-	
2	Ил. 1, 2	основа	0,2	0,1	-	-	-	-	
3	Ил. 1, 3	основа	0,2	-	-	-	-	-	
4	Ил. 1, 4	основа	0,2	-	0,1	0,4	2,4	1,0	Ni ок. 0,1
5	Ил. 1, 5	основа	0,6	-	1,1	14,9	10,3	11,8	
6	Ил. 1, 6	3,7	0,2	основа	-	3,9	0,6	Bi 0,5; Au 0,5	

живается лишь незначительная (0,1%) примесь мышьяка. В патинно-коррозийной корке РФА обнаруживает калий, кальций, свинец и значительно более высокое содержание железа. Обе фальшивые монеты были изготовлены из латуней сложного состава, причем раннесредневековая имитация дирхама (№ 5) содержит все компоненты сплава (в том числе серебро) в заметно больших долях, чем подделка XVIII века (№ 4).

Латунная сердцевина имитации дирхама (№ 5) покрыта патинно-коррозийной коркой. Результаты анализа, полученные методом РФА на нерасчищенной поверхности псеводирхама, несколько отличаются от результатов анализа сердцевины изделия. Усредненные по 13 измерениям результаты анализа нерасчищенных поверхностей (аверса и реверса<sup>9</sup>) псеводирхама помещены в таблице 2. Отметим, что отличия состава патинно-коррозийной корки от состава сердцевины изделий здесь оказываются в целом незначительными.

Таблица 2

Cu	Fe	Ag	Sn	Pb	Zn
Основа	0,6	0,2	18	18,5 <sup>10</sup>	12,2

2. Исследование тех же объектов проводилось методом рентгеноспектрального микронализма (далее — РСМА). Принцип действия РСМА такой же, как и для РФА, но имеется конструктивное отличие: источником возбуждения является не рентгеновская трубка (как в методе РФА), а катод, испускающий электроны. Соответственно, микронализм происходит не на атмосфере, а в вакуумной камере. Как и РФА, РСМА предполагает исследование лишь поверхности,

глубина проникновения первичного пучка в образец (область, с которой собирается анализ) меньше, чем в случае РФА, и составляет 5–10 мкм. К достоинствам метода относится высокая степень локальности метода РСМА (точное прицеливание), открывающая самые разные возможности, в том числе возможность исследовать микровключения. Кроме того, применительно к нумизматике, в случае упомянутого «фактора многослойности» точное прицеливание позволяет исследовать в торцевом шлифе как наружные поверхности монеты, так и сердцевинную часть, практически при любой степени стертости. Тем не менее следует признать, что и в этом случае при пробоподготовке неизбежно некоторое макронарушение целостности монеты, пусть и меньшего масштаба, чем при РФА.

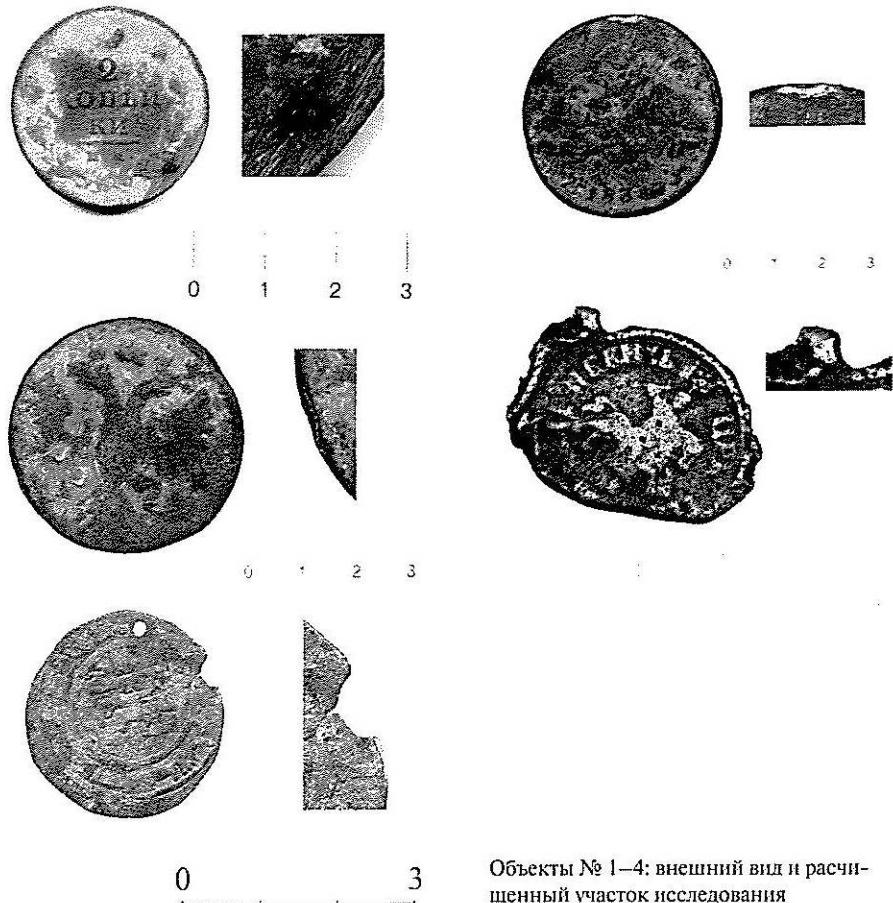
Метод РСМА активно используется в определении состава монет, древних<sup>11</sup> и современных<sup>12</sup>.

Измерения методом РСМА проводились на сканирующем электронном микроскопе (EVO-MA-25, Zeiss), сопряженном с энергодисперсионным анализатором Oxford Instruments X-MaxN 80<sup>13</sup>. Усредненные результаты анализа металла помещены в таблице 3.

Таблица 3

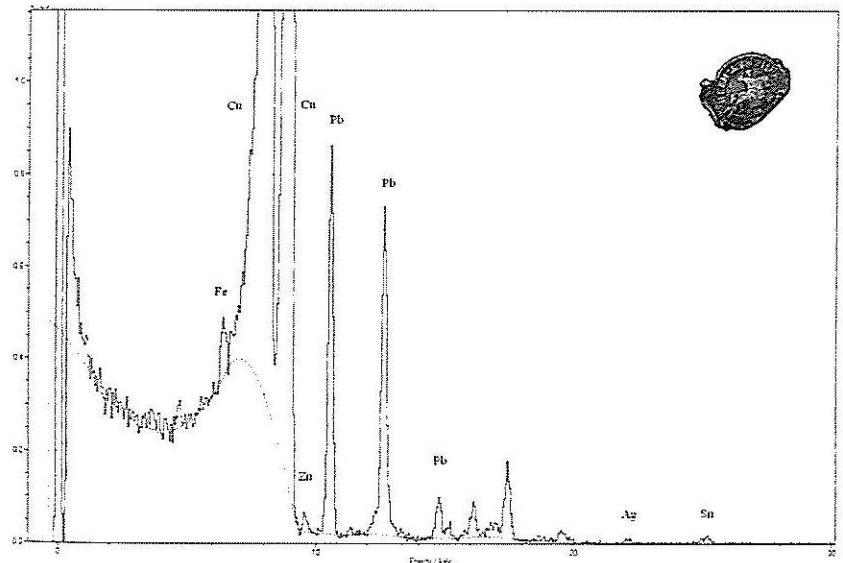
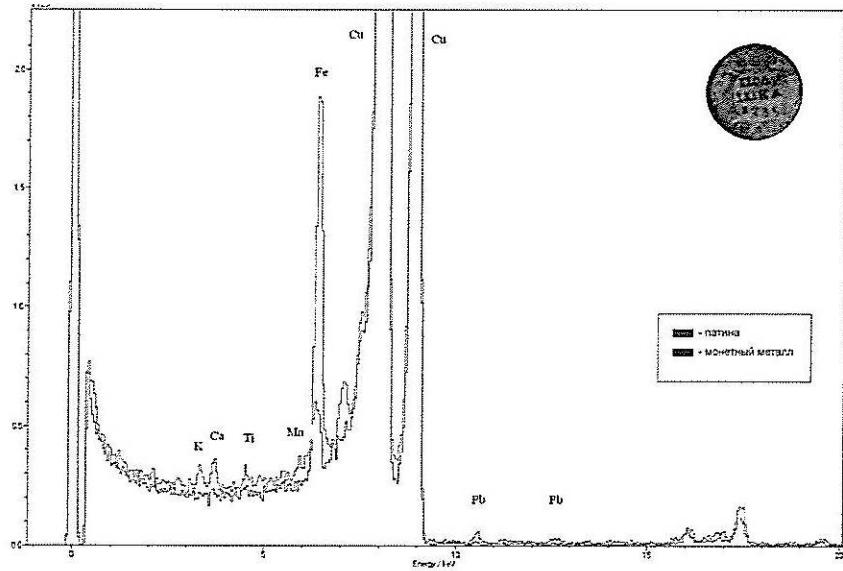
№	Ил.	Cu	Fe	As	Ag	Sn	Pb	Zn	Примечание
1	Ил. 1, 1	основа	-	-	-	-	-	-	Cl 0,1; Sb 0,3
2	Ил. 1, 2	основа	-	-	-	-	-	-	S 0,2; Cl 0,1
3	Ил. 1, 3	основа	0,2	-	-	-	-	-	S 0,2; Cl 0,4
4	Ил. 1, 4	основа	0,1 <sup>14</sup>	-	-	0,4 <sup>14</sup>	4,3	0,8	
5	Ил. 1, 5	основа	0,3	-	-	8,3	2,2	13,2	
6	Ил. 1, 6	3,7	-	-	основа	-	1,4	-	Bi 0,1 <sup>14</sup>

Сопоставление результатов количественных анализов монетного металла, полученных методами РФА и РСМА (табл. 1, 2), обнаруживает хорошую сходимость практически по всем существенным компонентам. Заметные отличия ожидаю обнаруживаются в содержании свинца. Кроме этого, в дирхаме (№ 6) метод РСМА не зафиксировал цинк и обнаружил заметно меньше висмута. Отметим заметно более слабую (в сравнении с РФА) детекцию железа в монетном металле.



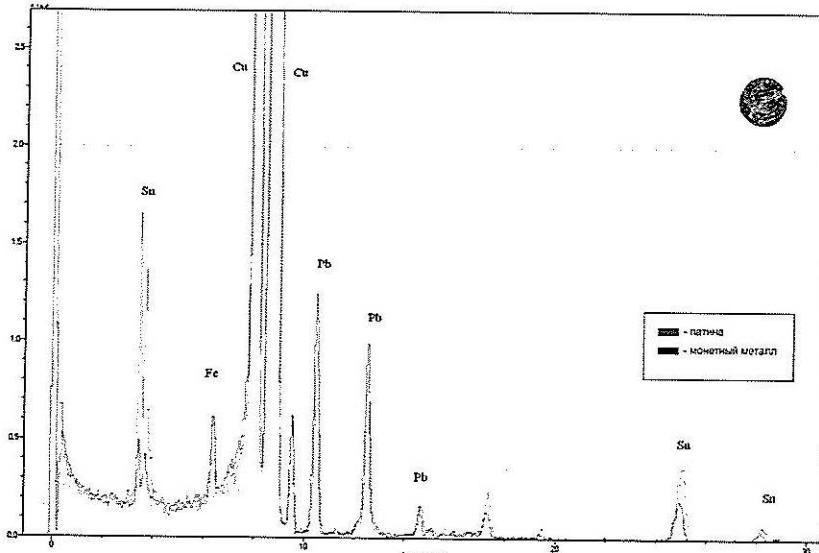
Объекты № 1–4: внешний вид и расчищенный участок исследования

Важно отметить, что метод РСМА при анализе металла медных монет № 1–3 зафиксировал присутствие хлора (0,1–0,4%) как в патине, так и на расчищенном участке исследования. Судя по литературным данным<sup>15</sup>, хлор образует с монетной медью соединения в результате пребывания монеты в грунте. Таким образом, метод РСМА здесь обнаруживает на механически расчищенных участках исследования остатки патинно-коррозийного слоя. Существенно, что измерения методом РСМА проводились на тех же расчищенных от патины участках, что и измерения, проводимые методом РФА. Заметим здесь, что методом РФА хлор плохо детектируется. Иначе говоря, заметный глазу металлический блеск, как будто визуально свидетельствующий об успешном завершении механической расчистки участка исследования, отнюдь не гарантирует полного удаления патинно-коррозийного слоя.



Спектры РФ-излучения патины (зеленый) и монетного металла (красный) объекта № 3

Спектр РФ-излучения монетного металла объекта № 4



Спектры РФ-излучения патины (зеленый) и монетного металла (красный) объекта № 5

Негомогенность монетного металла (см. выше) отчетливо иллюстрируется неравномерным распределением сурьмы по площади исследованного участка монеты № 1. При этом глобулы свинца хорошо заметны. Иначе обстоит дело с включениями сурьмы. Если усредненная концентрация сурьмы составляет около 0,3%, то при индивидуальном рассмотрении спектров неравномерность распределения сурьмы оказывается очень значительной: от менее 0,1 до 0,7%. При этом электронно-микроскопическая фотография участков сравнительно высокой концентрации сурьмы не обнаруживает никаких заметных микровключений, которые можно было бы связать с этой флюктуацией состава.

Показательны возможности РСМА, обнаруживающиеся при измерении состава высокооловянного слоя, залегающего под патинно-коррозийным слоем, на поверхности псевододирхама № 5 (табл. 4).

Сравнение результатов анализа состава высокооловянного слоя (табл. 4) с результатами анализа патинно-коррозийной корки (табл. 2) и расчищенного участка монетного металла (табл. 1) демонстрирует значительный скачок концентрации олова в слое, расположенному между собственно монетой и поверх-

Таблица 4

Al	Si	P	S	Cl	Fe	Cu	Zn	Sn	Pb
0,1	0,7	0,3	0,1	0,2	0,8	28,3	2,5	64,2	2,6

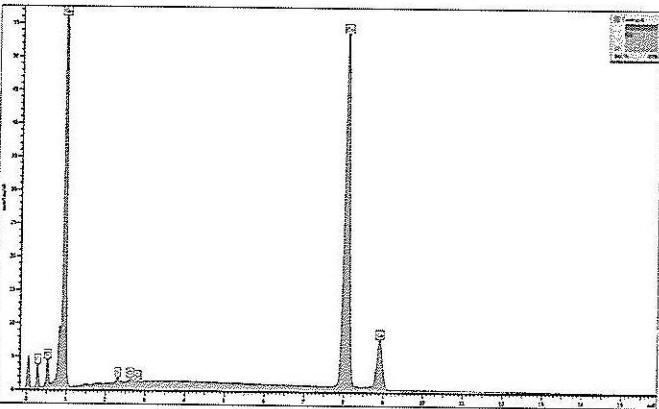
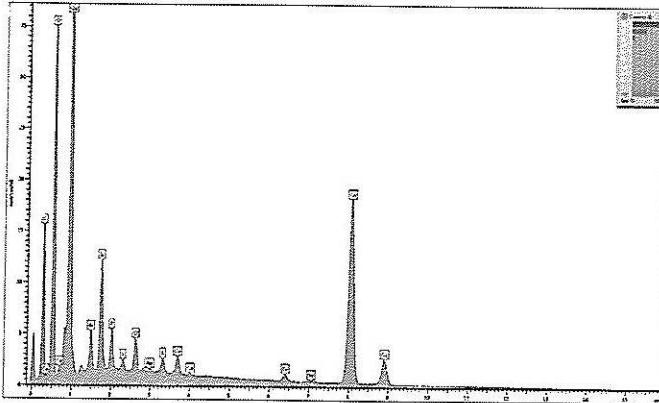
ностным слоем патинно-коррозийной корки. Таким образом, «многослойность» изделия оказывается еще более значительной.

Высокооловянная поверхность подделки (до того, как она покрылась патинно-коррозийной коркой), несомненно, должна была создавать впечатление серебряной. Но каким образом был получен такой оловянный (или свинцово-оловянный) «чехол»? На электронно-микроскопической фотографии исследованного участка отчетливо видна своеобразная слоистая структура образований, перекрывающих поверхность монеты: зернистый слой с высоким содержанием олова залегает под патинно-коррозийной коркой, напоминающей растрескавшуюся поверхность такыра. Этот слой загрязнен как соединениями элементов, попавших из грунта (Al, Si, P, S, Cl), так и медно-цинковыми соединениями, проникшими из подстилающей латуни. Сложнее с интерпретацией происхождения оловянной составляющей. В литературе отмечалось, что методом РРФА отличить оловянное лужение от «оловянного потения» достаточно сложно<sup>16</sup>. То же можно сказать и про метод РСМА. К сожалению, и в данном случае многократный скачок концентрации олова в слое, перекрывающем поверхность собственно изделия, не может однозначно трактоваться как результат оловянного (свинцово-оловянного)<sup>17</sup> лужения. Плохая сохранность оловянного лужения на археологических предметах отмечена в литературе<sup>18</sup>. По совокупности косвенных признаков<sup>19</sup> можно предположить, что здесь все же имело место лужение, а не «оловянное потение». Возможно, более точно можно было бы сказать, зная тип соединения олова в оловосодержащем слое. Но ни РРФА, ни РСМА такими возможностями не располагают.

\*\*\*

У методов РРФА и РСМА, помимо недостатков, заложенных в физической основе методик, имеются и чисто аппаратные ограничения. Одно из таких ограничений, уже упомянутое, особо существенно при работе с нумизматическим материалом. По этой причине остановимся на этом несколько более подробно.

Исследование металла монет методами РРФА и РСМА необходимо предварять той или иной формой расчистки поверхности изделий на участке исследования. В результате взаимодействия металла с окружающей средой (грунт, воздух, вода) на поверхности монеты образуется патинно-коррозийный «чехол», состав которого может существенно отличаться от исходного состава монетного металла. «Чехлы» бывают и иной природы. Действительно, применительно к изделиям из низкопробного серебра или сплавов с серебром может иметь место более интенсивный уход меди с поверхности изделия. Это приводит к тому, что вблизи наружной поверхности монеты концентрация серебра может оказаться значительно, чем в сердцевине монеты<sup>20</sup>. В случае «оловянного потения» (эффект обратной ликвидации) изделие оказывается в «чехле» металла с повышенным содержанием олова<sup>21</sup>. Все это приводит к отмеченному «фактору многослойно-

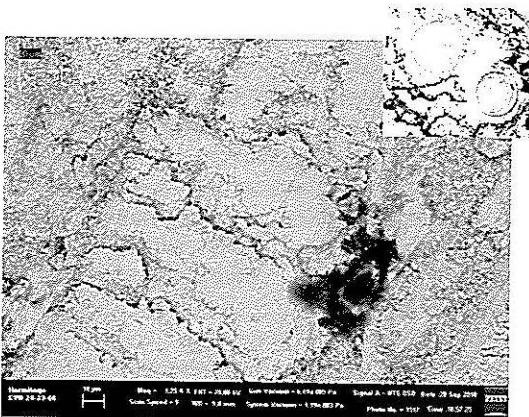


Спектр PCMA  
Патина объекта № 1

Спектр PCMA  
Монетный металл объекта № 1

Макрофотография  
исследованного методом PCMA  
монетного металла объекта № 1

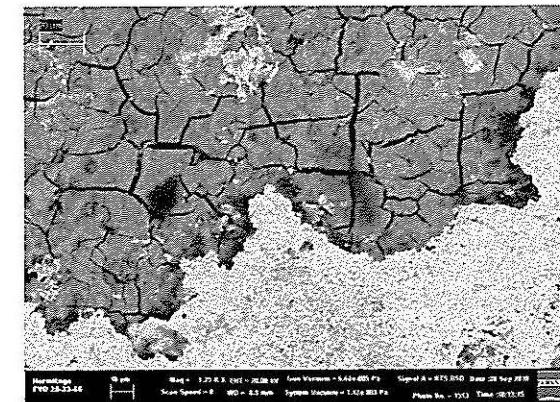
На врезке – локализованные  
микроучастки с повышенным  
содержанием сурьмы (выделено  
окружностями)



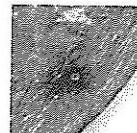
сти». «Фактор многослойности» возможен и в результате целенаправленных действий: разных вариантов порчи и подделки монет, например, путем плакировкой основы, изготовленной из неблагородного металла, фольгой из драгоценных металлов<sup>22</sup> путем лужения такой основы (см. выше), путем ртутного амальгамирования основы. Известные процедуры расчистки участка исследования, будь то аверс, реверс либо торцевая часть, предполагают разного рода химические травления либо механическую расчистку, например, с использованием пескоструйного приспособления. В случае механической расчистки, сколь бы деликатно она ни производилась, неизбежно заметное нарушение целостного облика монеты. Кроме того, при расчистке можно не отследить слоистость «чехла» (см. выше).

3. В последние десятилетия активно разрабатывается метод лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии (далее — ЛИЭС). Полагаем, что информация об этом методе по ряду причин будет интересна коллегам-нумизматам.

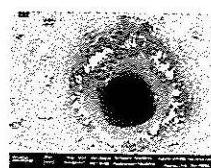
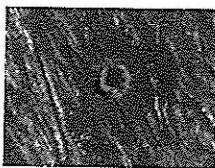
Суть метода ЛИЭС заключается в следующем. Лазерным пучком облучают поверхность образца, вызывая быстрый нагрев и испарение материала мишени. Образовавшаяся в результате быстрого нагрева вещества плазма содержит возбужденные и ионизированные частицы (атомы и молекулы) анализируемой поверхности. При охлаждении плазмы ионы химических элементов излучают фотоны на характеристических линиях, индивидуальных для каждого элемента. Излучение собирается находящимся в зоне обработки спектрометром. Полученные спектры содержат информацию о качественном составе поверхности. Количественный анализ тоже возможен, но требует применения сложного математического аппарата либо использования для сравнения системы эталонных образцов сплавов известного состава. В отличие от РФА, лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия имеет возможность детектирования и легких элементов из таблицы Менделеева. Кроме того, есть возможность определять соединения элементов — с выходом на конкретные минералы. Это, в частности, может помочь надежно отличить оловянное лужение от «оловянного потения».



Макрофотография исследован-  
ных методом PCMA верхних  
слоев наружного «чехла» объекта  
№ 5 (серым цветом обозначена  
патинно-коррозийная корка;  
белым цветом — высокооловянни-  
стый слой)



0 1 2 3



Вид лазерных кратеров, полученных методом ЛИЭС  
Верхний ряд: объект № 1; расчищенный участок исследования с кратером  
Нижний ряд: макрофотографии того же кратера (слева – оптический микроскоп, справа – электронный микроскоп)

дующим применением аппаратных возможностей других методов анализа (например, методом РСМА). ЛИЭС имеет и собственные возможности для изучения состава монетного металла. Последовательное поэлементное рассмотрение изменения состава монетного металла может быть проведено в условных единицах интенсивности<sup>28</sup>. Порой эта информация, выраженная в условных единицах, оказывается самодостаточной — например, чтобы понять мощность «чехла измененного состава», образовавшегося на поверхности изделия<sup>29</sup>, или толщину имитационного покрытия в случае подделки. Кроме того, ЛИЭС обладает и возможностями количественного измерения состава монетного металла. Осуществление этой задачи предполагает применение достаточно громоздкого математического аппарата либо использование для сравнения системы эталонных образцов сплавов известного состава<sup>30</sup>.

Приведенные в настоящей работе данные иллюстрируют в первую очередь значение комплексного подхода при планировании исследований с применением археометрических методик. Внедрение в нумизматическую практику новейших естественно-научных методов исследования при этом обеспечивает все большую сохранность исследуемого монетного материала.

<sup>1</sup> Аналитик Я. В. Френкель.

<sup>2</sup> Аналитик К. С. Чугунова.

<sup>3</sup> Пользуемся случаем поблагодарить С. В. Хаврина за помощь и содействие.

<sup>4</sup> Тишкун А. А., Хаврин С. В., 2006. С. 74–85; Ениосова Н. В., Митоян Р. А., 2014. С. 143–146; Черных Е. Н., Луньков В. Ю., 2016. С. 244–251.

<sup>5</sup> См., напр.: Синчук И. И., 1996. С. 65–66; Уздеников В. В., 1997. С. 92–93; Янюшкина Е. В., 1997. С. 63–64; Сmekalova Т. Н., Дюков Ю. Л., 2001; Волков И. В., 2009. С. 165–166; Ширяков И. В., 2009. С. 167–170; Донских В. А., 2014. С. 103–106; Шаров О. В. и др., 2011. С. 336–360; Хаврин С. В. и др., 2011. С. 208–224; Ениосова Н. В., Митоян Р. А., 2015. С. 169–176; Padfield T., 1972. Р. 229–231; Kruse S. E., Tate J., 1992. Р. 295–298; Bugoi R. et all, 1999. Р. 777–781; Reichen Th., Pergnicka E., 2008. Р. 237–238 — и др.

<sup>6</sup> После изучения состава этих «чехлов».

<sup>7</sup> Особенно у портативных приборов.

<sup>8</sup> Используемый режим: 50 kV, 700 mA, время экспозиции — 40 сек.

<sup>9</sup> Различий состава на аверсе и реверсе не наблюдается.

<sup>10</sup> Крайние значения: 3,4–36,3%.

<sup>11</sup> Ingo G. M. et all, 2006. Р. 623–629.

<sup>12</sup> Papp Z., Kovács I., 2013. Р. 65–67. Иногда в комплексе с методом РФА (Linke R., Schriener M., 2000. Р. 165–170).

<sup>13</sup> Условия проведения анализа: U=20 kV, накопления спектра 600 000 импульсов.

<sup>14</sup> Содержание олова уверенно обнаруживается при измерении в режиме 30 kV, но в рабочем режиме 20 kV высчитывается только при принудительной постановке метки олова.

<sup>15</sup> Ingo G. M. et all. Op. cit. Р. 626.

<sup>16</sup> Шемаханская М. С., 2015. С. 93.

Сравнительно недавно разработанный, метод ЛИЭС находит применение в самых разных областях, в том числе и в археометрии<sup>23</sup>. В публикациях неоднократно отмечался большой потенциал, заложенный в данной методике применительно к нумизматике<sup>24</sup>. Несомненный интерес практикующих нумизматов вызывает реставраторский потенциал лазерных технологий<sup>25</sup>. Судя по публикациям, реставраторское направление методики ЛИЭС и связанные с ним практические наработки вызывают пристальный интерес профессионалов<sup>26</sup>. Но данное применение метода ЛИЭС, при всей его важности, все же носит техническо-прикладное значение. Ниже мы рассмотрим научно-познавательные аспекты рассматриваемой методики.

Как было отмечено выше, по ряду причин состав монетного металла на поверхности древней монеты может существенно отличаться от состава ее сердцевины. Это усложняет получение количественных данных о составе сердцевины изделия и предполагает нарушение целостного облика монеты. В то же время методика ЛИЭС позволяет «щадяще» расчистить маленький участок поверхности монеты для проведения последующих исследовательских процедур иными методами. Легко заметить, что данные возможности ЛИЭС напрямую связаны с реставраторскими наработками, о которых было сказано выше.

При этом технические возможности методики ЛИЭС позволяют последовательно точечно проникать в толщу изделия на фиксируемую глубину, отслеживая изменения состава металла. На поверхности монеты в ходе эксперимента образуются лишь микроскопические кратеры, при должной подборке условий измерения визуально практически не различимые<sup>27</sup>. Заметим, что не требуется предварительное прецизионное выравнивание участка мишени.

Говоря о фиксации изменения состава металла, мы имеем в виду не только подготовку мишеней для пошагового проникновения вглубь изделия с после-

<sup>17</sup> Р. С. Минасян отмечал, что вещи, не предназначенные для приготовления и приема пиши, лудят сплавом олова и свинца (Минасян Р. С., 2014. С. 331).

<sup>18</sup> Шемаханская М. С. Ук. соч. С. 62.

<sup>19</sup> Состав основы изделия предполагает окраску основы в золотисто-красной гамме (Хаврин С. В., 2014. С. 53–55), хотя это подражание арабскому дирхаму, в норме изготовленному из серебра; при этом изделие функционально использовалось в виде украшения-подвески с отверстием для привешивания. Кроме того, одним из косвенных признаков может служить результат анализа морфологии поверхности изделия, изображение которой получено с помощью электронного микроскопа.

<sup>20</sup> См., напр.: Енисова Н. В., Митоян Р. А., 2014. С. 144–145.

<sup>21</sup> Шемаханская М. С. Ук. соч. С. 18, 92–93; Черных Е. Н., Луньков В. Ю. Ук. соч. С. 250.

<sup>22</sup> Zwicker U., Oddy A., La Niece S., 1993. P. 223–246; Inga G. M. et all. Op. cit. P. 625–628.

<sup>23</sup> Fortes F. J. et all, 2005. P. 136–143; Arasat A. et all, 2013. P. 261–269; Melessanaki K. et all, 2002. P. 156–163.

<sup>24</sup> Agresti J. et all, 2009. P. 2260; Elhassan A., 2011. P. 66–67; Bachler O. M. et all, 2016. P. 163–170.

<sup>25</sup> См., напр.: Малкиель И. К., 2011. С. 69–74.

<sup>26</sup> См., напр.: обзорные работы (Anglos D., 2001. P. 186–205; Pasquini C. et all, 2007. P. 463–512; Elhassan A., 2011. P. 65–69).

<sup>27</sup> Такой подход отмечался в литературе (Кузнецова Э. Ф., Тепловодская Т. М., 1994. С. 18, рис. 7).  
<sup>28</sup> Agresti J. et all. Op. cit. P. 2259, fig. 3.

<sup>29</sup> Fortes F. J. et all. Op. cit. P. 139, fig. 4.

<sup>30</sup> Fortes F. J. et all. Op. cit. P. 136–143.

## СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАЗЕРНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ И РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА ВИЛЕНСКИХ СОЛИДОВ ЯНА КАЗИМИРА ВАЗЫ 1652–1653 ГОДОВ

К. Ф. Ермалицкая, Р. И. Крицук

Виленская эмиссия солидов 1652–1653 годов слабо изучена отечественными и зарубежными исследователями. Это связано как с практически полным отсутствием документов, связанных с их выпуском<sup>1</sup>, так и с позднейшим выпуском медных солидов, которые своим объемом отодвинули биллоновые монеты на задний план.

В 1648 году королем Речи Посполитой становится Ян II Казимир Вaza. С целью оживления монетного дела, практически полностью остановленного в 1627 году, в 1649 году сейм принимает постановление об открытии виленского монетного двора<sup>2</sup>. Из-за задержек чеканка монеты началась в 1652 году и была остановлена через год. Монетный двор выпускал мелкие номиналы — денарии (в некоторых источниках их ошибочно называют оболами, легкими солидами или хеллерами), солиды, полтораки ( $1\frac{1}{2}$  гроша) и трехгрошовики<sup>3</sup>. Монеты чеканились техникой вальцверка<sup>4</sup>. На аверсе солидов в центре размещалась коронованная монограмма «ICR» — Ян Казимир король. Вокруг ее в веревчатой обводке шла легенда: «IOA:CAS:D:G:R:POL:L». На реверсе солидов в центре помещался государственный герб Великого Княжества Литовского — «Погоня», под которой помещался герб подскарбия великого литовского<sup>5</sup>. В обводке над «Погоней» помещалась княжеская корона. Вокруг герба в веревчатой обводке шла легенда: «SOLIDVS:M:D:LIT: [дата]». Существуют варианты монет с более или менее полной легендой и ее разделителями.

В 1652 году чеканились солиды, дата которых размещалась на аверсе вокруг королевской монограммы. Более ранний тип солидов, 1652 года, несет под «Погоней» герб подскарбия Гедеона Михаила Тризны «Гоздава». 11 сентября Гедеон Тризна умирает, и некоторое время должность подскарбия остается не занятой. Этим можно объяснить появление второго типа солидов, без герба подскарбия<sup>6</sup>. Несмотря на то, что в 1652 году подскарбием избирают Винцента Корвина-Гонсевского, его герб «Слеповрон» появляется на монетах виленского двора только в 1653 году. В этом же году эмиссия монет Великого Княжества Литовского на виленском дворе оканчивается. Точных данных, по какой причине закрыли монетный двор, нет. Но в некоторых работах присутствует информация, что солиды 1652–1653 годов чеканились из более высокопробного серебра, чем аналогичные солиды шведских Инфлянтов<sup>7</sup>. А согласно закону Коперника-Грешема, худшие деньги вытесняют из обращения лучшие. Таким образом, чеканка более высокопробных монет при наличии на рынке Речи Посполитой большого количества низкопробных солидов была не выгодна.

TATIANA SLEPOVA

**Reviewing the Imitations of Venetian Ducats  
of Eastern Mediterranean and Northern Black Sea Region**

The article deals with imitations of Venetian ducats in the Hermitage collection (twenty-one pieces). It is described how they were attributed by the author, though in the inventory book they were marked as genuine ducats. Economic and political aspects which caused the appearance of these imitations are shown in the article, as well as their finding on the territory of Eastern Mediterranean and Northern Black Sea in the 14 th–16 th century. Detailed characteristics of the places of coinage for the imitations in the Hermitage collection is given. Basing on the analyses of the hoards and written sources, the author makes an assumption about the origin of some imitations from the hoard material in the Hermitage collection.

DENIS PROKURATOV, VALERY SEDYKH,  
IAKOV FRENKEL, KSENIJA CHUGUNOVA

**The experience of the integrated natural-science analysis of metal and patina coins**

In the article we observe the results of the application XRF and SEM-EDX in archaeometrical investigations of 6 coins dating X c. and XVIII-XIX c. We compare resources of this methods with reference to numismatic investigations. We are also discussing the possibility of LIBS-method for archaeometrical investigation of numismatic objects.

KSENIJA ERMALITSKAJA, RAMAN KRYTSUK  
**Comparing the Results of Laser-Emission Spectroscopy and X-Ray Fluorescent Analysis for the Vilna Solids of John Casimir Vasa of 1652–1653**

In 2018, the composition of metals in Vilna solids of 1652–1653 was analyzed. Laser-emission spectroscopy revealed that coins were subjected to bleaching. However, an increased amount of silver (27–77%) forced to conduct extra study. XRF analysis showed that the amount of silver in coins was 15–16%. This data does not correlate with previously available information on the amount of silver in coins (10–12%) and confirms the use of bleaching technology. In order to get more accurate data about the composition of metals, it is recommended to combine different analytical methods in investigation.

ALEXANDER KOSOLAPOV, KSENIJA CHUGUNOVA

**Department for Scientific Examination/  
Authentication of Works of Art Residual Stresses in Minted and Cast Coins**

In many cases of numismatic studies it may be very important to establish a method used for coin/medal manufacturing. It is not always possible to distinguish between cast and minted production using magnifying glass/binocular microscope only, as a sprue or casting pores may not be visible on cast coins or relief may be smoothed on the minted coins. In this work non-destructive X-ray diffraction analysis of residual stress (so-called “sin<sup>2</sup> Ψ-method”) in metal on coin surface is proposed as reliable criterion to determine if the coin under examination was cast or minted. In particular, minted coins demonstrate residual compression while the cast ones — residual tension. Some other structural features inherent for X-ray diffraction for cast and hammered metal are mentioned as well.

BOGDAN BERKOVSKIY, ALEKSANDRA MITIAEVA  
**A Rare Russian Gold Coin of 1902 and Its Counterfeits:  
A Comparative Analysis**

In 1902, a gold coin with an unusual denomination, 37 rubles 50 kopecks — 100 francs, was minted in Russia. The coins, 225 in total, were conceived not for regular circulation but as a reward for the noblemen. Of them, 200 were handed to the Emperor Nicholas II of Russia to be bestowed as personal gifts on special occasions. The rest were sent to Grand Duke George Mikhailovich. In 1903, another ten exemplars were issued for Grand Duke Vladimir Alexandrovich, and a year later one more was minted for the Hermitage Museum. The limited availability of this coin on the one hand, and the great interest it has sparked among coin collectors on the other explain the existence of numerous forgeries. Of the three exemplars present in the collection of the International Numismatic Club museum, two are high quality fakes. An XRF analysis of these coins was performed with a Bruker M1 MISTRAL Micro-XRF spectrometer. The XRF analysis also revealed higher purity of the surface of authentic coin compared with the earlier published data. The alloy composition of the fake coins was never used at the St. Petersburg mint in the beginning of the 20 th century.

MICHAEL ASVARISHCH  
**On the Problem of Identifying Medal Restrikes and Dating the Medals Produced at The St. Petersburg Mint in the 18 th — first half of the 19 th Century**

Through most of the time of its existence (1725 to 1890), the St. Petersburg Mint was not so much engaged in producing new medals, but rather restruck the old ones. These were made as collectibles, first with the use of original stamps (restrikes); with their