

31. Heng L., Kim J. S., Tu J.-F., Mun S. D. Fabrication of precision meso-scale diameter ZrO<sub>2</sub> ceramic bars using new magnetic pole designs in ultra-precision magnetic abrasive finishing. *Ceramics International*. 2020. DOI: 10.1016/j.ceramint.2020.04.02.

32. Hryniewicz T., Rokosz K., Filippi M. Biomaterial studies on AISI 316L stainless steel after magneto-electropolishing. *Materials*. 2009. Vol. 2, Iss. 1. pp. 129–145. DOI: 10.3390/ma2010129.

33. Jain V., Kumar P., Behera P., Jayswal S. Effect of working gap and circumferential speed on the performance of magnetic abrasive finishing

process. *Wear*. 2001. Vol. 250, Iss. 1–12. pp. 384–390. DOI: 10.1016/S0043-1648(01)00642-1.

34. Chawla Gagandeep, Kumar Vinod, Sharma Rishi. Neural simulation of surface generated during magnetic abrasive flow machining of hybrid Al/SiC/B4C-MMCs. *Journal of Bio- and Tribo-Corrosion*. 2021. Vol. 7. 153. DOI: 10.1007/s40735-021-00587-4.

35. Keksin A. I., Filipenko I. A. Oil and gas sector products cold working process. *Topical Issues of Rational Use of Natural Resources 2019*. 2020. Vol. 1. pp. 400–405. DOI: 10.1201/9781003014577-50.

## Оценка состояния монет: современные методы исследования и создание цифровой базы данных

УДК 336.746.13



**В. Ю. Бажин,**  
заведующий кафедрой металлургии,  
профессор,  
докт. техн. наук,  
эл. почта: bazhin\_vyu@pers.spmi.ru



**Д. В. Горлёнков,**  
доцент,  
канд. техн. наук



**А. П. Суслов,**  
проректор по эксплуатации и развитию  
имущественного комплекса,  
канд. техн. наук



**О. А. Горшкова,**  
студент 4 курса, факультета переработки  
минерального сырья

Санкт-Петербургский горный университет,  
Санкт-Петербург, Россия

### Введение

Современные вопросы, связанные с цифровизацией, сопряжены с многими направлениями в науке, а также с решением задач в различных отраслях промышленности, в том числе и металлургии [1]. Развитие монетного дела тесно связано с обеспечением сырьем и созданием базы данных (БД), в том числе и по запасам благородных металлов. В связи с этим наряду с перспективными подходами, необходимо учитывать исторические традиции и опыт в области освоения и переработки серебряных руд [2] для производства монет.

Систематизация давно остается одной из основных задач нумизматики. В России существуют системы оценки состояния монет через каталоги по Биткину, Ильину, Петрову, Гиллю, Узденикову, Юсупову, Семенову,

Рассмотрены вопросы цифровизации в монетном деле и критерии оценки сохранности на примере николаевских серебряных рублей. Систематизация в виде каталогов всегда была необходимым условием в монетном деле. Концепция оценки сохранности монет менялась в течение всего исторического периода их коллекционирования. Можно выделить анализ по сохранности, износу, редкости и внешнему состоянию. В качестве объекта исследования выступали николаевские серебряные монеты, произведенные на Санкт-Петербургском и Брюссельском монетных дворах большими тиражами при участии выпускников Горного института, минцмейстеров серебряного и золотого переделов. Рассмотрены некоторые особенности пробирного анализа монет. Более масштабной и объективной для создания реальной цифровой платформы в нумизматике является оценка состояния металлического изделия с учетом данных, полученных на современных приборах, с последующей обработкой результатов моделированием с помощью специально разработанных программных пакетов. Электронные каталоги, дополненные новыми данными по коэффициенту износа, могут быть первой ступенью систематизации монетного дела в рамках цифровой платформы. Исследование серебряных монет проводили при помощи высокотехнологичного оборудования нескольких научных центров Санкт-Петербургского горного университета. Статья посвящена 250-летию Горного университета — первому техническому учебному заведению России, и лучшим его выпускникам, мастерам монетного дела.

**Ключевые слова:** цифровая платформа, серебряный рубль, монетное дело, сохранность, нумизматика, износ, аверс, реверс, коррозия, сканирующая микроскопия.

**DOI:** 10.17580/tsm.2023.04.14

Казакову, но чаще всего применяют международную шкалу доктора Шелдона [3–6].

За прошедшие годы было предпринято много попыток перевода информации по монетному делу в электронные варианты. Так, в 2005 г. создан «Электронный нумизматический каталог» с учетом работ В. В. Биткина [4], но он в основном ориентирован на аукционы и торги. Переизданы фундаментальные труды В. В. Узденикова [7], которые выступают как информационный ресурс для создания текущих ежегодных каталогов «Конрос» [8–10].

В современных российских каталогах, как правило, приведена упрощенная схема оценки, характеризующая состояние монет [3]. Она сводится к личной оценке каждого ученого. Ее применение позволяет оперативно определить стоимость монеты в зависимости

от ее состояния и сохранности некоторых элементов при визуальном контроле. Безусловно, существующий подход к оценке сохранности и подлинности монет со стороны авторитетных ученых по нумизматике и монетному делу необходимо принимать как сугубо субъективный. Например, монета класса F (fine — хороший) — та, которая была в обращении длительное время, но основные детали профиля и букв видны четко. Обозначение VF (very fine — очень хороший) применяют для единиц, которые мало обращались, и на них сохранилась большая часть оригинальной поверхности. Монета класса XF (extremely fine — отличный) имеет незначительные следы обращения (бытования), UNC (uncirculated — не была в обращении) — следы обращения и недостатки практически отсутствуют. Сохранность влияет на цену монет по соотношению 1:2:4:8, но может быть и 1:3:12:60 [11]. На основе субъективной оценки того или иного специалиста по нумизматике устанавливается цена в рублях на монету. Поэтому для внесения в БД этого параметра целесообразно указывать значение средней цены за календарный год на торгах и аукционах [12–15] с учетом цен на металл на Лондонской бирже металлов.

В настоящее время назрела необходимость создания цифровой БД на основе существующих систем классификации монет и их каталогов наряду с дополнительными параметрами качества монет. Фактор субъективной оценки можно снизить за счет измерения параметров монеты на современном оборудовании и приборах. В представленном исследовании эти операции выполняли при помощи высокотехнологичных приборов в лабораториях научных центров Санкт-Петербургского горного университета.

#### Объекты исследования и дополнительные параметры контроля состояния монеты

Объектами исследования были выбраны серебряные рубли периода правления Николая II (образцы минцкабинета Горного музея [16]), которые были выпущены на Санкт-Петербургском (СПМД) и Брюссельском монетных дворах (БМД) большими тиражами. В качестве основного образца выступала монета 1896 г. с профилем Николая II, выполненная выпускником Горного института, минцмейстером Аполлоном Грасгофом (знак АГ на гурте). А для сравнения была выбрана серебряная монета, отчеканенная на БМД (две звезды), (образец № 2). В табл. 1 представлены цифровые данные исследуемых образцов николаевских монет.

В опытах исследования проводили на образцах серебряных монет массовых тиражей, не являющихся раритетными. В качестве эталонного образца использовали

Таблица 1  
Характеристики образцов серебряных монет

Образцы серебряных монет с профилем Николая II	Аверс	Реверс
№ 1. Год выпуска — 1896 г., тираж — 5,2 млн шт., производитель — СПМД (АГ), проба — 900, масса монеты — 19,53 г, толщина по гурту — 2,559 мм, диаметр — 33,65 мм, содержание серебра (макс.) — 90,35 %, состояние — XF		
№ 2. Год выпуска — 1897 г., тираж — 26 млн шт., производитель — БМД (две звезды), проба — 900, масса монеты — 19,18 г, толщина по гурту — 2,563 мм, диаметр — 33,65 мм, содержание серебра (макс.) — 89,35 %, состояние — VF		



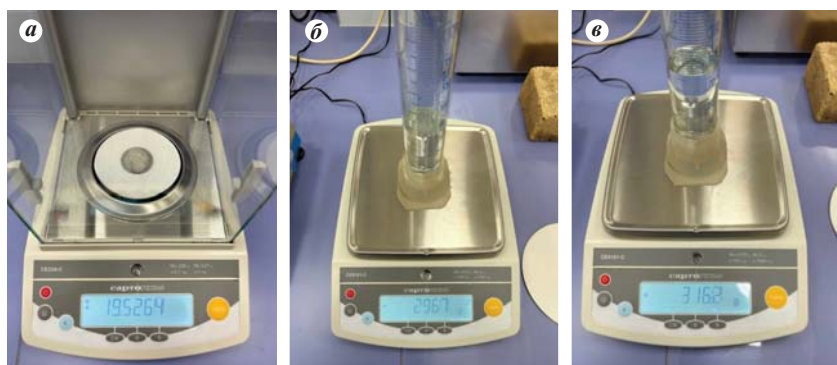
Рис. 1. Рестраjk монеты Николая II. Надпись на монете: 100 франков. Образец 1902 г. Состояние — UNC. Номинальная стоимость — 37 руб. 50 коп. Толщина — 2,610 мм

рестраjk николаевской монеты в состоянии UNC (рис. 1). В ходе исследования применяли электронную микроскопию [17] и рентгенофазовый анализ [18, 19]. Для первичной оценки образцов выполняли классический пробирный анализ.

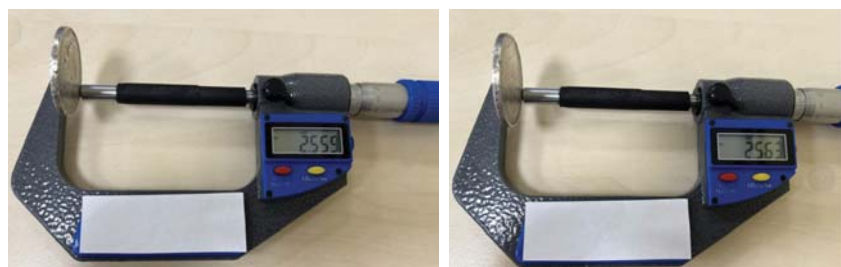
В Горном университете Санкт-Петербурга в период 1774–1804 гг. была организована кафедра «Металлургии, галургии и пробирного искусства», на которой преподавали химию, металлургию и пробирное искусство (основы аналитической химии). Именно на этой кафедре были подготовлены более двух сотен специалистов по монетному делу, и некоторые из них стали минцмейстерами, начальниками золотого и серебряного переделов в производстве монет и начальниками в СПМД [20, 22].

В лаборатории Горного университета провели стандартный гидростатический анализ образцов серебряных монет (рис. 2). В ходе анализа полученных результатов было установлено, что это подлинные монеты с содержанием чистого серебра ~90,2 %, и они соответствуют пробе 900. Стоит отметить, что пробирный анализ имеет ряд недостатков [22]. Так, во время гидростатического анализа довольно сложно без цифрового измерителя достаточно точно определить уровень воды в мензурке (даже по шкале).

По определению В. В. Узденикова и Г. И. Спасского [5–7], проба — это характеристика, определяющая соотношение содержания основного металла и лигатуры в исследуемом сплаве. В представленном исследовании именно медь выступала индикатором при анализе серебряных монет.



**Рис. 2.** Этапы гидростатического анализа:  
*а* — взвешивание монеты; *б* — взвешивание мензурки с дистиллированной водой; *в* — анализ



**Рис. 3.** Процедура измерения образцов №1 и №2 серебряных монет по толщине при помощи цифрового микрометра

В XVIII в. проба определялась количеством золотников драгоценного металла, содержащихся в 1 фунте сплава. Например, в 1 фунте медно-серебряного сплава 83 1/3 пробы содержится 83 золотника и 32 доли чистого серебра и 12 2/3 золотника (12 золотников и 64 доли) лигатуры. Со второй половины XIX в. пробу сплава серебряных монет обозначали количеством частей. При обратном переводе «метрическая» проба умножается на 96, и в полученном результате проводят сокращение простой дроби, например:  $(900/1000) \cdot 96 = 86\ 400/1000 = 86\ 2/5$ .

Часто при обозначении «метрической» пробы указывали лишь числитель дроби, а знаменатель 1000 снимался (например — серебро 900 пробы) [23, 24]. В настоящее время по традиции пользуются только такими обозначениями для всех проб драгоценных металлов.

При разработке объективных методов предложено составление типовых каталогов оценки монет разных периодов времени. В качестве цифровых параметров выступали: год выпуска монеты; металл; тираж годового выпуска; геометрические размеры фактические и номинальные (диаметр и толщина); фактическая и номинальная масса монеты; проба по результатам гидростатического взвешивания (это данные для электронной матрицы) [25]. Каждый период изготовления серебряных рублей характеризовался выпуском различных типов изделий (от 1-го до 5-го типа) [26], поэтому этот показатель может быть введен в БД в качестве дополнительного для оценки монеты и ее характеристики. Также обязательно необходимо учитывать

ее принадлежность монетному двору с инициалами минцмейстера.

При помощи цифрового микрометра с точностью 0,001 мм измеряли толщину монет в трех точках (**рис. 3**). При этом поверхность исследуемого объекта должна была быть чистой — без коррозии, механического износа и патины. За базовый размер взяли толщину гурта монеты. Это было обосновано тем, что толщина изделия в процессе обращения может иметь разные значения при неизменном диаметре и строго выдержанном содержании серебра относительно массы.

Изучили также, как условия чеканки, такие как поверхностный износ штампера, изменение усилия штамповки монеты, перегрев образца, различная толщина пластины для выруб-ки кружков, взаимосвязаны с изменением содержания некоторых примесей (ликвацией) на аверсе и реверсе.

Исследования показали [27], что также существует ликвация и миграция примесей к гурту монеты во время чеканки. Это весьма важный фактор. Он проявляется в разных значениях твердости на поверхности серебряной монеты. Измерения при сканировании монеты показали, что наибольшие значения твердости — по гурту монеты. Данные рентгеноструктурного фазового анализа и SEM-анализа согласуются со значением твердости НВ. В некоторых работах [28, 29] доказано, что соединения системы Ag – CdO влияют на структуру и свойства монеты, во время чеканки происходит миграция кадмия к границам изделия, что обуславливает более высокие механические свойства и снижает величину поверхностного износа.

Научно обосновано, что диаграмма состояния серебро – оксид кадмия отображает внутренние процессы окисления, которые начинают происходить уже при температуре 800 °С на воздухе или в атмосфере, насыщенной кислородом. Сами сплавы серебро – кадмий образуют ограниченную область твердых растворов, особенно если они богаты серебром. Добавки кадмия понижают температуру плавления, но повышают удельное электрическое сопротивление и твердость сплава, прочность изделия [30, 31]. В исследованных монетах, бывших в обращении, на гурте с повышенным содержанием кадмия не наблюдали очагов коррозии и скоплений оксидов, сульфидов, органики. Это позволило принять толщину гурта за базовую величину, по отношению к которой толщина в других точках образцов меняется [32].

При определении фактора износа аверса монеты с изображением профиля Николая II фиксировали ярко



выраженные точки выпуклости — в районе ушной полости, а для реверса — изображение щита на двуглавом орле герба России. Для оценки адекватности формулы были выбраны монеты массовых тиражей с минимальными отклонениями по толщине гурта между собой. Для сравнения также использовали международную систему оценки состояния монет.

Износ монеты *Attrition Factor* (истирание, коррозия, потертость, изнашивание, «бытование») определяли по формуле:

$$AF = \left( S_r - \frac{S_n + S_b}{2} K \right) \cdot 100,$$

где  $S_r$  — толщина гурта, мм;  $S_n$  — толщина образца в максимальной выпуклости профиля, мм;  $S_b$  — толщина на гладкой поверхности, без профиля, мм;  $K$  — поправочный коэффициент с учетом твердости и содержания кадмия.

Поскольку исследование показало, что износ по гурту минимален из-за ликвации и миграции кадмия, и его толщина в этом месте более близка к нормативной, возможно введение поправочного коэффициента в виде значения твердости по Бринеллю. В **табл. 2** представлены результаты измерений и расчета износа серебряных монет.

Таким образом, для массовых тиражей монет николаевской эпохи было установлено соответствие полученного расчетного коэффициента  $AF$  с данными и классификацией по международной системе оценки состояния. За наиболее достоверные характеристики можно принять размеры рестрайка Николая II категории UNC. Ее износ равен практически нулевому значению. Поэтому фактор износа рестрайка приняли за 1. Изделия качества UNC упаковывают в капсулу для предотвращения повреждения поверхности. По этой технологии выпускаются все сувенирные монеты. Коэффициенты  $AF$  были рассчитаны для более чем 50 образцов и добавлены в таблицу. После проведения измерений монет разного состояния **табл. 2** была дополнена и приобрела цифровую форму, которая позволит адекватно соотносить и оценивать сохранность монет.

Также существует методика оценки потери массы монеты по специальным формулам. В ней объективным фактором выступает отклонение

массы образца от номинальной. В исследуемом случае при номинальной массе николаевского серебряного рубля 20 г необходимо учитывать потери не только самого чистого серебра (истирание, окисление, коррозия), но и некоторых легирующих элементов, входящих в состав сплава. Так, для 900-й пробы серебряной монеты 7–10 % приходится на долю других элементов, при этом на поверхности изделия могут образовываться сульфиды и оксиды металлических примесей. Плотность чистого серебра (99,99 %) составляет 10,5 г/см<sup>3</sup>, а при повышенном содержании меди она уменьшается. Для пробы 900 она составляет 10,26 г/см<sup>3</sup>, а при резком повышении доли кадмия и его миграции при нагреве во время чеканки она снова приходит к высоким значениям. Как видно в **табл. 3**, полученные значения примерно соответствуют стандартной оценке по шкале Шелдона.

Таблица 2  
Результаты определения износа серебряной монеты по толщине

Образец монеты	Масса монеты, г	Толщина, мм		Толщина гурта, мм	Фактор износа
		в области выступа в центре	гладкой поверхности		
Серебро. Николай II. 1896 г. (АГ)	19,52	2,493	2,370	2,559	22
Серебро. Николай II. 1897 г. (**). Брюссель	19,18	2,393	2,253	2,563	35
Рестрайк. Николай II. 100 франков, 1902 г.	20,12	2,390	2,402	2,510	1

Таблица 3  
Таблица оценки состояния монет

Международная система	Шкала Шелдона	Российская терминология	Фактор износа, %	Отклонение массы от номинала
PF (proof — пробный)	PF 1–70	Полированная	0	0
BU (brilliant uncirculated — не была в обращении, высшая степень сохранности)	MS 65–70	Превосходная	0	0
UNC	MS 60–64		1	0
AU+ (choice almost/about uncirculated)	AU 55, 58	Почти превосходная	5	0,005
AU (almost/about uncirculated — почти не была в употреблении)	AU 50, 53		6	0,010
XF+ (choice extremely fine — максимально приближенный к идеальному качеству)	XF 45	Отличная	8	0,015
XF	XF 40		10	0,035
VF+ (choice very fine)	VF 30, 35	Почти отличная	12	0,055
VF	VF 20, 25	Очень хорошая	18	0,065
F	F 12, 15	Хорошая	22	0,075
VG (very good — удовлетворительное)	VG 8, 10	Удовлетворительная	25	0,085
G (good — слабое)	G 4, 6	Неудовлетворительная	30	0,090
AG (almost/about good — почти удовлетворительное)	AG 3		35	0,100
FA (fair — почти не идентифицируется)	FA 2		40	0,150
PR (poor — низкое, не поддается определению)	PR 1		45	0,250

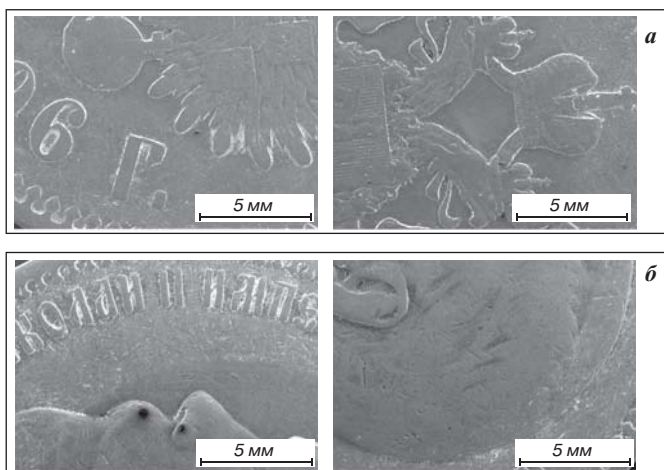


Рис. 4. SEM-изображения монеты 1896 г. при умеренном приближении:  
а — реверс; б — аверс

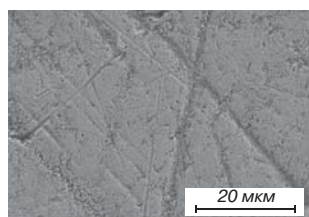


Рис. 5. SEM-изображение ровной поверхности монеты 1896 г. Распознавание на однородной поверхности следов обработки и полировки

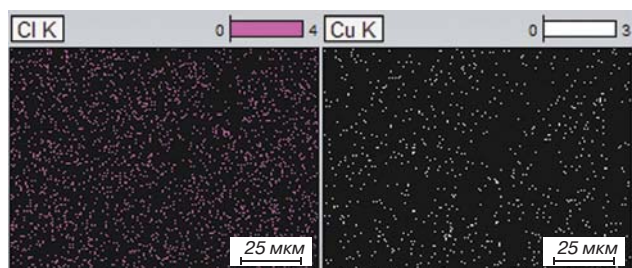


Рис. 6. Распределение хлора и меди и серебра на ровной поверхности патины

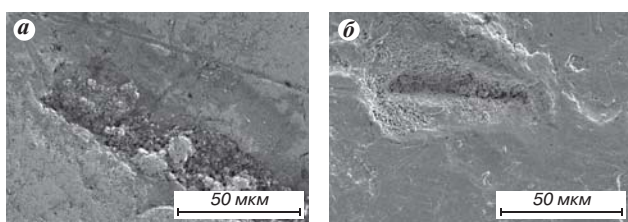


Рис. 7. SEM-изображения дефектных участков монеты 1896 г.:  
а — аверс; б — реверс

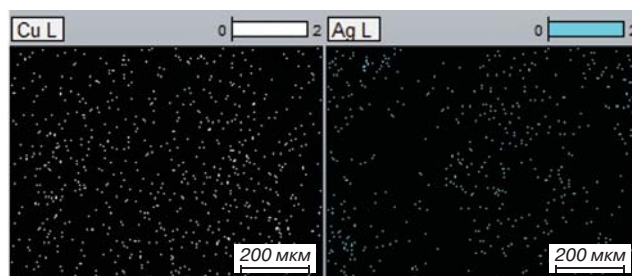


Рис. 8. Распределение меди и серебра в очаге коррозии

Необходимо отметить, что еще в 1859 г. на Монетном дворе Санкт-Петербурга проводили опыты по оценке степени износа. Серебряные монеты закладывали во вращающиеся барабаны и после обработки взвешивали [31]. Уже при министре финансов С. Ю. Витте [32] монеты неудовлетворительного состояния типа FA и PR, как правило, отправляли на переплав и перечеканку. Для Варшавского, Парижского и Брюссельского монетных дворов это было обычной практикой.

### Проблемы коррозии серебряных монет

В фундаментальной работе В. П. Рзаева [31] отмечено, что химический износ монет может быть связан с влиянием серы и хлора при агрессивной воздушной среде, и на поверхности всегда присутствуют тонкие органические пленки и патина до 60–80 нм. Для снижения износа изделия и продления срока обращения в качестве полноценного денежного знака государство использовало драгметаллы не в чистом виде, а с примесью другого металла (легированные сплавы), и устанавливало предел допустимой потери массы (ремедиум).

Одним из критериев оценки сохранности монет является визуальный контроль с применением простейших оптических приборов и средств. В этом исследовании поверхность монет на предмет коррозии изучали при помощи высокотехнологичного оборудования лабораторий центра «Проблемы переработки минерального и техногенного сырья» Горного университета по разработанным ранее методикам [33–35].

Перед проведением сканирующей электронной микроскопии (SEM) образцы монет очищали ультразвуком в ацетоне, этаноле и дистиллированной деионизированной воде в течение 30 мин для удаления поверхностных загрязнений. Результаты SEM-анализа [36], полученные на микроскопе Tescan Vega 3 (детекторы SE и BSE), представлены на рис. 4.

Для изучения морфологии и композиционного распределения элементов на поверхности серебряных монет использовали сканирующий электронный микроскоп (SEM), оснащенный энергодисперсионной рентгеновской спектроскопией (EDS). SEM-изображения были получены при 10 кВ и 20 мА с использованием детектора вторичных электронов (UDV) и детектора обратно рассеянных электронов (BSE).

На изображениях участков реверса можно обнаружить механические повреждения, следы патины толщиной 0,005–0,008 мм и царапины от полировки и чистки монеты. Имеются очаги туннельной коррозии глубиной до 0,35 мм. Специальная программа ЭВМ может считывать площадь разрушения поверхности монет (патина, выбоины, царапины, коррозия). Так, для образца № 1 площадь таких участков на аверсе составила 29 %, на реверсе — 18 %. Для образца № 2 площадь поврежденных участков поверхности на аверсе — 35 %, на реверсе — 18 %.

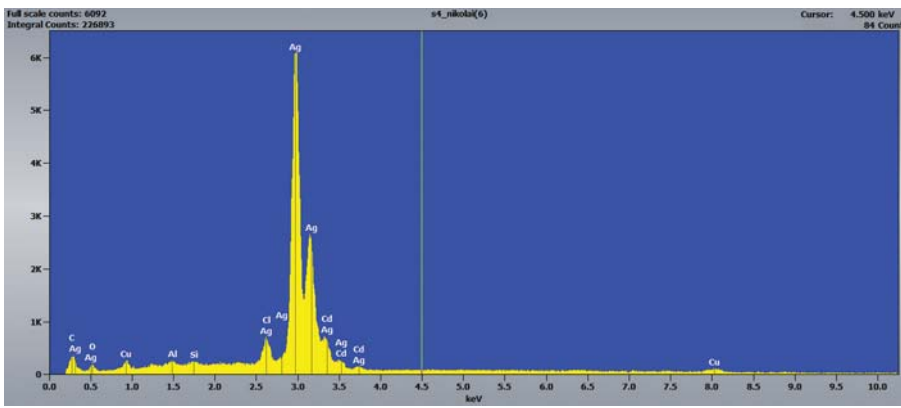


Рис. 9. Результаты EDS-анализа поверхности монеты 1896 г. (аверс). 90 %Ag и 2,4 %Cu

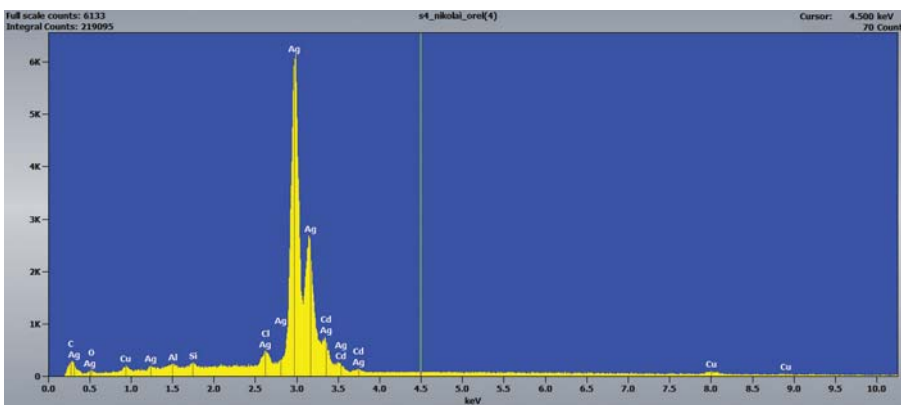


Рис. 10. Результаты EDS-анализа поверхности монеты 1896 г. (реверс). 91,8 %Ag и 2,33 %Cu

Таблица 4

Содержание Ag и Cu на аверсе и реверсе монеты 1896 г. в разных точках (данные EDS), %

Область	Элемент	Точка 1	Точка 2	Точка 3
Аверс	Ag	82,17	86,14	90,19
	Cu	1,29	1,95	2,41
Реверс	Ag	89,48	91,77	83,71
	Cu	1,85	2,33	1,45

на реверсе — 28 %. Необходимо отметить, что эти данные хорошо соотносятся с оценкой состояния монет по шкале Шелдона.

На рис. 5 представлено SEM-изображение ровной поверхности монеты 1896 г. Анализируя рис. 6, можно заключить, что соединения хлора распределены неравномерно.

На рис. 7 представлены SEM-изображения дефектных участков монеты 1896 г.: видна внутренняя структура повреждений монеты (аверс) и коррозия (реверс). На рис. 8 показано распределение меди и серебра в очаге коррозии. Обнаружены участки атмосферной, химической, туннельной, питтинговой, электрохимической и электрохимической коррозии [37].

Энергодисперсионный и рентгенофазовый анализ в точках износа и коррозии указывает на изменение общего содержания серебра в присутствии серы, меди, кадмия, хлора, а также образовавшихся

сульфидов меди  $\text{CuS}_2$  и цинка  $\text{ZnS}$  [30]. Отмечено наличие очагов электрохимической коррозии при высоком содержании меди на локальных участках с глубоким поражением поверхности монеты (до 7–10 мкм). Подтверждается, что наиболее глубокие очаги коррозии связаны с наличием хлора и серы (до 12–20 мкм). Органические соединения со следами обращения находятся на поверхности в виде тонкой наноразмерной пленки 80–100 нм. Данные EDS-анализа реверса и аверса монеты (рис. 9, 10) сведены в табл. 4.

На основании полученных результатов можно заключить, что содержание серебра и меди на аверсе и реверсе монет разное, что, безусловно, отражается на разной степени износа поверхности монет с двух сторон.

### Заключение

В исследовании монеты рассмотрены не как предмет коллекционирования, а в качестве объекта научного исторического познания для расширения сведений, в целях дальнейшего развития монетного дела. Полученные данные были трансформированы при помощи разработанного цифрового программного комплекса с созданием базы Big Data. По результатам сравнения они согласуются со сведениями известных каталогов монет, выпущенных в разные годы с соблюдением исторического соответствия, и сертификатами подлинности царских серебряных монет.

На примере серебряных рублей правления Николая II изучены вопросы, связанные с вводом цифровых параметров и систематизацией в монетном деле.

Анализ методами электронной микроскопии серебряных монет позволил выявить очаги коррозии различного типа (атмосферная, химическая, туннельная, электрохимическая, электрохимическая), что влияет на потерю массы и состояние их поверхности. Данные сканирования монет при сравнении совпали с оценками по шкале Шелдона.

Проблема систематизации в монетном деле является одной из важных задач, которая может быть реализована при создании цифровой платформы, в рамках которой могут быть объединены данные исторических каталогов с результатами современных измерений при помощи высокотехнологичного



измерительного и аналитического оборудования, специально разработанных программ по считыванию и распознаванию данных с поверхности образцов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

См. англ. блок

ЦМ

*Tsvetnye Metally*. 2023. No. 4. pp. 102–108  
DOI: 10.17580/tsm.2023.04.14

### COIN ASSESSMENT: MODERN RESEARCH TECHNIQUES AND DIGITALIZATION

#### Information about authors

V. Yu. Bazhin, Head of Metallurgy Department<sup>1</sup>, Professor, Doctor of Technical Sciences, e-mail: bazhin\_vyu@pers.spmi.ru

D. V. Gorlenkov, Associate Professor<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences

A. P. Suslov, Vice Rector for Operation and Development of the Property Complex<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences

O. A. Gorshkova, 4<sup>th</sup> Year Student at the Faculty of Minerals Processing<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russia.

#### Abstract

This paper looks at the issue of digitalization in coin business, as well as criteria for assessing coins for integrity using a case study of the Nikolai II silver roubles. Catalogization has always been a pre-requisite when dealing with coins. The criteria for assessing coins were changing throughout the entire historic period while they were being collected. One can distinguish such assessment criteria as integrity, wear, rarity and condition. The object of research includes Nikolai II silver coins that were mass produced by the Saint Petersburg and Brussels mints with participation of the Mining Institute's graduates, silver and gold m n zmeisters. Certain features related to the fire assay tests of coins are considered. However, the use of data collected with the help of modern instruments, as well as the use of specialized software packages to assess a metallic item appear to offer more details and consistency for creating a real digital platform in the field of numismatics. E-catalogues with new data on the wear factor may serve as the first step towards coin systematization within a digital platform. The study of silver coins was carried out using hi-tech equipment of several research centres encompassed by the Saint Petersburg Mining University. This paper is devoted to the 250<sup>th</sup> anniversary of the Mining University, the first engineering university of Russia, and to its most distinguished graduates, who became famous coin experts.

**Key words:** digital platform, Silver Rouble, coin production, integrity, numismatics, wear, obverse, reverse, corrosion, scanning microscopy.

#### References

- Litvinenko V. S. Correction to: digital economy as a factor in the technological development of the mineral sector. *Natural Resources Research*. 2020. Vol. 29, Iss. 3. pp. 1521–1541.
- Litvinenko V. S., Petrov E. I., Vasilevskaya D. V., Yakovenko A. V. Assessment of the role of the state in the management of mineral resources. *Journal of Mining Institute*. 2023. Vol. 259. pp. 95–111. DOI: 10.31897/PMI.2022.100.
- Rzaev V. P. Encyclopedia of Russian numismatics: In 3 volumes. Moscow : OOO "Khobbi Press", 2018. 232 p.
- Bitkin V. V. A joint catalogue of Russian coins in 2 volumes. Original edition. 2003. Vol. 1 – 554 p., Vol. 2 – 520 p.
- Spasskiy I. G. Russian coinage system: An essay on the history of numismatics. Leningrad : Izdatelstvo Gosudarstvennogo Ermitazha, 1970. 226 p.
- Semenov V. E. Coin production in 1700–1917. St Petersburg : Konros-Inform, 2016. 272 p.
- Uzdenikov V. V. Russian coins in 1700–1917. Moscow : Finansy i statistika, 1986. 504 p.
- Russian coins in 1700–1917. Appendix to the base catalogue, Revision 16. Moscow : Konros-Inform, 2021. 136 p.
- Feoktistova N. V. Russian coins: A historical catalogue of national coinage. Moscow : Eksmo, 2022. 400 p.
- Russian coins of the 18<sup>th</sup> to early 20<sup>th</sup> century: A collection of memoirs and articles. Marking V. V. Uzdenikov's 100<sup>th</sup> birthday. Moscow, 2019. 956 p.
- Catalogue of Russian 1700–1917 coins. 4<sup>th</sup> edition. Moscow, 2019. 76 p.
- Kaufman I. I. Silver rouble in Russia from its emergence to the end of the 19<sup>th</sup> century. St. Petersburg : Tipografiya V. M. Volfa, 1910. 234 p.

- Spasskiy I. G., Yukht A. I. Finance. Money circulation. Essays on the Russian culture of the 18<sup>th</sup> century. Part 2. Ed. by B. A. Rybakov. Moscow, 1987. pp. 131–151.
- Smirnov M. I. Mining Institute graduates in service of the Saint Petersburg Mint. *Zapiski Gornogo instituta*. 2005. Vol. 165. pp. 175–177.
- Redko A. A. Material for the history of the Saint Petersburg Mint (1905–1912). St. Petersburg, 1914. 322 p.
- Smirnov M. I. Bearing the [C. П. Б.] mark. Essays on the history of the Saint Petersburg Mint in 1724–1994. Toliatti, 1994. 160 p.
- Popova A. N., Sukhomlinov V. S., Mustafaev A. S. A new intensity adjustment technique of emission spectral analysis when measured at the upper limit of the dynamic range of charge-coupled devices. *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12. DOI: 10.3390/app12136575.
- Mustafaev A. S., Popova A. N., Sukhomlinov V. S. A new technique of eliminating the actual plasma background when calibrating emission spectrometers with a CCD recording system. *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12. 2896. DOI: 10.3390/app12062896.
- Syrkov A. G., Yachmenova L. Ya. Features of obtaining metallurgical products in the solid-state hydride synthesis conditions. *Journal of Mining Institute*. 2022. Vol. 256. pp. 651–662. DOI: 10.31897/PMI.2022.25
- Litvinenko V. S. et al. Mining museum : Visual teaching aid. Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University). St. Petersburg : Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyi gornyi institut, 2003. 128 p.
- Chirkst D. E. More than 230 years of history behind the metallurgist and chemist community of the Mining Institute. *Journal of Mining Institute*. 2006. Vol. 169, No. 8. pp. 7–15.
- Shalygin L. M., Sizyakov V. M. Metallurgist school of the Mining Institute. *Tsvetnye Metally*. 2003. No. 7. pp. 4–13.
- Chizhov S. I. Description of variants of some Russian coins from the last two centuries. Moscow, 1904. 189 p.
- Larin-Podolskiy I. A. Russian coins: From Vladimir to Vladimir : A great illustrated encyclopedia. Moscow : Izdatelstvo "E", 2017. 288 p.
- Follendorf N. D. Current status of coin production in Russia and Western Europe. St. Petersburg : redaktsiya zhurnala "Tekhnicheskii sbornik", 1883. 88 p.
- Zverev S. V. Russia's monetary history: Marking the 350<sup>th</sup> anniversary of the Russian 1-rouble coin. Moscow : Gosudarstvennyi istoriko-kulturnyi musey-zapovednik "Moskovskiy Kreml", INKOMBUK, 2005. 104 p.
- Diachkov A. N., Uzdenikov V. V. Coins of Russia and the USSR. Moscow, 1978. 287 p.
- Bazhin V. Yu., Vedernikov V. V., Gorlenkov D. V. Silver 50 kopecks coins made by the metallurgist and the Mining Institute graduate Petr Latyshev. *Tsvetnye Metally*. 2021. No. 2. pp. 69–75. DOI: 10.17580/tsm.2021.02.08.
- Strizhko L. S. Metallurgy of gold and silver : A guide for university students. Moscow : MISIS, 2001. 336 p.
- Denisov V. M., Istomin S. A., Belousova E. V., Denisova V. A. et al. Silver and its alloys. Yekaterinburg : UrO RAN, 2011. 184 p.
- Rzaev V. P. Riddles of Russian numismatics. Versions : In 2 volumes. Vol. 1. Moscow : OOO "Khobbi Press", 2010. 342 p.
- Baranov A., Bugrov A., Gerasimov V. Russian monetary history. Monetary history catalogue in two volumes. Popular science edition. Moscow : Inter Krim-press, Vol. 1, Vol. 2, 2011. 1272 p.
- Kazakov A. A., Kazakova E. I., Kur A. A. Assessment of central heterogeneity in slab to forecast centerline segregation in plate steel. *CIS Iron and Steel Review*. 2018. Vol. 16. pp. 49–52. DOI: 10.17580/cisr.2018.02.10.
- Vander Voort G. F. Measuring the grain size of specimens with non-equiaxed grains. *Practical Metallography*. 2013. Vol. 50. pp. 239–251.
- Gökelma M., Brun P., Dang T., Badowski M. et al. Assessment of settling behavior of particles with different shape factors by LiMCA data analysis. *Light Metals*. 2016. pp. 843–848.
- Mironov V. L. Fundamentals of scanning probe microscopy : Learner's guide. Nizhny Novgorod : Institut fiziki mikrostruktur RAN, 2004. 114 p.
- Rossina N. G., Popov N. A., Zhilyakova M. A., Korelin A. V. Metal corrosion and protection. In 2 volumes. Part 1. Corrosion research methods : Teaching guide. Yekaterinburg : Izdatelstvo Uralskogo universiteta, 2019. 108 p.