



Problemy istorii, filologii, kul'tury
4 (2022), 54–69
© The Author(s) 2022

Проблемы истории, филологии, культуры
4 (2022), 54–69
© Автор(ы) 2022

DOI: 10.18503/1992-0431-2022-4-78-54–69

РФА-ИССЛЕДОВАНИЕ КИЗИКИНОВ МИРМЕКИЙСКОГО КЛАДА 2003 Г. (СН XI, 16)

М.Г. Абрамзон¹, Т.Н. Смекалова², И.А. Сапрыкина³, С.В. Хаврин⁴

^{1,3} *Институт археологии Российской академии наук, Москва, Россия;*

¹ *Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,
Магнитогорск, Россия*

² *Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия*

⁴ *Государственный Эрмитаж, Санкт-Петербург, Россия*

¹ *E-mail: abramzon-m@mail.ru* ² *E-mail: tnmek@mail.ru* ³ *E-mail: dolmen200@mail.ru*

⁴ *E-mail: sergekhavrin@yandex.ru*

¹ *ORCID: 0000-0001-6111-048X*

² *ORCID: 0000-0001-5378-5372*

⁴ *ORCID: 0000-0001-8388-0899*

Аннотация. В статье впервые публикуются результаты РФА-исследования кизикинов Мирмекийского клада 2003 г., хранящегося в фондах Восточно-Крымского историко-культурного музея-заповедника. Эти данные в комплексе с предыдущими исследованиями электровых монет подтверждают вывод об искусственном характере кизикского электрового сплава и о неуклонной, хотя и незначительной редукции доли золота в его составе с течением времени.

Ключевые слова: электровые монеты Кизика, Мирмекийский клад 2003 г. (СН XI, 16), РФА-исследование

Данные об авторах. Михаил Григорьевич Абрамзон – доктор исторических наук, профессор, ведущий сотрудник Отдела классической археологии ИА РАН, директор НИИ исторической антропологии и филологии МГТУ им. Г.И. Носова; Татьяна Николаевна Смекалова – доктор исторических наук, заведующий отделом естественнонаучных методов в археологии Крыма НИЦ истории и археологии Крыма КФУ им. В.И. Вернадского; ведущий специалист Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»; Ирина Анатольевна Сапрыкина – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Отдела сохранения археологического наследия ИА РАН; Сергей Владимирович Хаврин – заместитель заведующего Отделом научно-технической экспертизы ГЭ.

Статья подготовлена при поддержке РНФ в рамках проекта № 18-18-00193 «Начальный период истории денег: переход от полновесной монеты к знаку условной стоимости» и его продолжения – проекта № 18-18-00193-П.

В 2003 г. во время работ Мирмекийской археологической экспедиции Государственного Эрмитажа под руководством А.М. Буягина и Д.Е. Чистова на городище Мирмекия при расчистке «святилища Деметры» была найдена бронзовая ольпа с 99 электровыми статерами Кизика. Клад хранится в ВКИКМЗ (инв. № КН 5388–5486)¹. Уникальный гомогенный комплекс предоставляет новые возможности для РФА-исследований кизикинов в свете современных данных о составе сплава ранних электровых монет. Настоящая работа дает также повод вновь обратиться к вопросу о месте кизикинов среди ранних электровых чеканок.

1. СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРИРОДУ ЭЛЕКТРОВЫХ МОНЕТ

1.1 Возникновение электровой чеканки

С середины VI в. до н.э. и вплоть до широкого распространения золотых и серебряных монет Александра Великого в 330-х гг. до н.э. кизикины (статеры и фракции) были повсеместной международной валютой в греческом мире. Кизикины легально обращались в Афинах и в подвластных афинянам городах², а в Причерноморье заменяли собственно аттическую монету³.

Изучение кизикинов тесно связано с вопросом о возникновении монеты вообще и о том, почему первые монеты в течение века с момента возникновения были именно электровыми. Только около 550 г. до н.э. Крész начал выпуск золотых и серебряных монет, и электровая чеканка стала постепенно исчезать в большинстве полисов. Первые монеты появились между 650 и 625 гг. до н.э. в Лидии, влияние которой простиралось на всю Малую Азию, включая такие богатые и значимые города как Милет и Эфес⁴. Ко времени возникновения монетной чеканки здесь уже активно практиковались платежи с использованием слитков золота и серебра⁵. Введение монеты было большим достижением в сфере торгово-финансовых отношений, преимущество которого очень быстро осознали все участники обменных операций⁶. Для государства долговременная выгода от введения монеты заключалась в обеспечении стабильной отдачи в виде налогов. Именно это было главным стимулом для выпускающих монету властей⁷. Изображения на лицевой стороне первых монет связаны не с высшей властью, а, скорее, с изменениями на уровне более низкого звена, например, магистратов; они также могут представлять символы целого ряда частных лиц, например, банкиров или купцов⁸.

Электровые монеты известны в очень широкой вариации номиналов – от статера до 1/192 статера, который весил 0,1 г, но даже такая мелкая фракция, как, например, 1/96 статера имела настолько существенную стоимость, что она могла быть недельной платой работника в Афинах. Высокая ценность крупных номиналов исключала их повседневное применение, например, для покупки еды. Хотя

¹ Butyagin, Chistov 2006; Abramzon, Frolova 2007; СН XI, 16.

² Mielczarek 2020, 674.

³ Шелов 1949, 96; Карышковский 1960, 96.

⁴ Alfén, Wartenberg 2020b, 2–3.

⁵ Gitler, Tal 2020, 37.

⁶ Bresson 2020, 489.

⁷ Bresson 2020, 490.

⁸ Kroll 2020; Alfén 2020.

вес монет всех номиналов был строго выдержан⁹, состав сплава ранних электро-вых монет мог сильно изменяться от серии к серии¹⁰. Известны также плакиро-ванные подделки электро-вых монет, что говорит об их активной циркуляции¹¹.

До изобретения монеты в Лидии и других государствах западной Малой Азии золото имело главное значение при торговом обмене, в то время как серебро играло лишь вспомогательную роль. В электро-вых монетах серебро составляло малую долю общей «металлической» стоимости монеты. Так, во «внутреннюю» ценность электро-вой монеты, сплав которой содержал, например, 55% золота и 45% серебра, с учетом относительной стоимости этих металлов как 1:11.7, сере-бро давало только незначительный вклад – около 6.5%¹².

1.2. Выбор электра для чеканки первых монет

Почти двадцать лет назад были выдвинуты два связанных между собой пред-положения о том, почему первые монеты были именно электро-выми: во-первых, что лидийцы имели доступ к неиссякаемому источнику природного «белого золо-та», который несли реки Пактол и Герм и, во-вторых, что они еще не владели тех-нологией отделения золота от серебра, которая появилась позже – лишь в VI в. до н.э.¹³. Однако современные исследования почти полностью разрушают прежние гипотезы. Как показали анализы, проведенные еще в прошлом веке, природное аллювиальное золото реки Пактол достаточно высокопробно и, как правило, име-ет состав 74–86% золота и 17–24% серебра¹⁴. Об этом говорят и древние источ-ники (Plin. NE. XXXIII. 80), свидетельствующие, что состав природного «белого золота» определяется соотношением золота к серебру как 5:1 или 3:1.

В то же время, РФА-исследования ранних электро-вых монет показывают, что содержание золота в них гораздо меньше: в среднем, около 45–50% золота, а серебра – 41–47%¹⁵. Это свидетельствует о том, что природный электр намер-енно «разбавляли» серебром. Более того, недавние исследования аллювиально-го золота, полученные из четырех независимых источников в непосредственной близости от Сард, дают совершенно неожиданную картину: природный металл оказывается почти чистым золотом, не содержащим заметных примесей серебра, а вовсе не «белым золотом»¹⁶. Кроме этого, лидийцы, по-видимому, все же знали технологию отделения золота от серебра задолго до выпуска первых монет¹⁷. При этом возможно применялся так называемый метод цементации, который в общих чертах описан у более поздних авторов – Агафаркида (конец II в. до н.э.), в пере-даче Диодора (Diod. 3. 1–4) и Страбона (Strabo. 3. 2. 8).

Всё это породило новую теорию: несмотря на то, что в Лидии был доступ к большим запасам природного электра, а также имелись ресурсы и технологии для чеканки монет либо из золота, либо из серебра, для выпуска монет был выбран

⁹ Vieldt 2020, 498, 512.

¹⁰ Blet-Lemarquand, Duyrat 2020; Gitler et al. 2020, 408.

¹¹ Velge 2020, 510; Zakharov 2013.

¹² Bresson 2020, 486.

¹³ Ramage, Craddock 2000.

¹⁴ Hanfmann, Waldbaum 1970, 27.

¹⁵ Paszthory 1980.

¹⁶ Cahill et al. 2020, 312–314.

¹⁷ Kleber 2020, 21–22.

другой путь. Монеты чеканились из искусственно созданного сплава, имитирующего природный электр. Вводя принудительный курс монет из электрового сплава, намного превышающего товарную стоимость золота и серебра в нем заключенного, государство просто свело на нет проблему возможного непостоянства их состава¹⁸. Такой завышенный курс монет, безусловно, требовал определенных усилий для его введения, что могла обеспечить только государственная власть¹⁹. Как отметил Ж. Ле Райдер, именно введение электровой чеканки, знаменовавшей переход к официально регулируемой валюте, потребовало от государства наиболее существенного вмешательства²⁰. То, что уже первые электровые монеты были монетами условной стоимости, подтверждается неоспоримым фактом их очень редкого нахождения за пределами Лидийского царства. Зона циркуляции электровых монет представляет собой первую закрытую валютную систему в античном мире²¹.

Дальнейшие доказательства теории об искусственном монетном электро строятся А. Брессоном на интерпретации последних строк надписи на табличке из раскопок храма Артемиды в Эфесе, в которой упоминается использование 40,6 мин золота и 30,5 мин серебра²². А. Брессон предположил, что здесь фактически зашифрован рецепт изготовления сплава для электровых монет. Действительно, простой подсчет этой пропорции при условии добавления небольшого количества меди дает почти точное соответствие составу ранних электровых монет: 56% золота, 42% серебра и 1–2% меди. Таким образом, по мнению А. Брессона, надпись из Артемиссиона может свидетельствовать о том, что значительные запасы золота и серебра в определенных пропорциях были зарезервированы для выпуска электровых монет.

А. Брессон также высказал мысль о том, что именно электроый монометаллизм в начальной чеканке позволил избежать подрыва монетной системы при самом ее зарождении. Таким образом решалась извечная проблема биметаллизма в чеканке монет, когда необходимо учитывать колебания в обменном курсе золота и серебра. Действительно, электровые монеты с точно фиксированным, «замороженным», рацио этих двух драгоценных металлов при любых колебаниях рыночной стоимости золота и серебра никогда не изменяли своей внутренней ценности.

В искусственном электро соотношения между количеством золота и серебра было законодательно закреплено с большой точностью. Это подтверждается в наиболее раннем письменном свидетельстве об использовании искусственного электро – договоре между Митиленой и Фокеей, датируемом последними годами V – началом IV в. до н.э. (IG XII. 2. 1)²³. Документом устанавливается специальная должность чиновника, который должен был следить за рецептурой сплава и нести ответственность за точность ее исполнения. Документ также гласит, что любой виновный в ухудшении качества сплава относительно установленного должен будет подвергнуться смертной казни. Искусственно вводя фиксированное со-

¹⁸ Bresson 2020, 487.

¹⁹ Alfen 2020, 547.

²⁰ Le Rider 2001, 81–83.

²¹ Bresson 2020, 492.

²² Bresson 2020, 487, 491.

²³ Healy 1974, 22–23.

отношение золота и серебра внутри монет, выпускающие власти тем самым могли быть уверены в их долгосрочном стабильном курсе вне зависимости от колебаний стоимости золота и серебра на рынке²⁴.

Само использование имитирующего природный электрум сплава служило своеобразной защитой для попыток расплавить монеты, чтобы выделить из него золото и серебро. Действительно, экстракция золота из этого минерала была достаточно сложным процессом, при котором, к тому же были неизбежны потери металла. Следовательно, это само по себе было сильным сдерживающим фактором для стремления к спекуляциям, основанным на разнице стоимости золота и серебра, которые вели бы к расплавлению либо серебряных, либо золотых монет, и могли бы с самого начала подорвать само явление монетной чеканки²⁵.

Для предотвращения хаоса в транзакциях было гарантировано обратное принятие электровых монет в налоговых и иных государственных платежах по их условному курсу. Таким образом государство установило их завышенную номинальную стоимость, в то же время имея достаточно большую выгоду от чеканки. С экономической точки зрения введение чеканки монет не давало немедленного бонуса, но со временем должна была приносить выгоду при расчетах. Ж. Ле Райдер подсчитал, что доход государства от введения электровой чеканки из-за их предполагаемой искусственно завышенной стоимости мог быть до 20%²⁶.

В связи с условной стоимостью ранних электровых монет, они должны были иметь закрытую территории циркуляции, ограниченную зоной влияния Лидии. Только на контролируемой территории государство гарантировало объявленную завышенную стоимость этих монет²⁷.

Таким образом, наиболее важным выводом, сделанным на основе современных исследований электровых монет, является то, что с самого начала выпуска они чеканились из искусственного сплава и были фидуциарными деньгами, кредитными знаками стоимости.

1.3. Предназначение кизикинов

М. Прайс считал, что ранние электровые монеты Кизика, Митилены, Фокеи служили для каких-то специальных расчетов в отличие от превалирующих более универсальных и широко циркулирующих серебряных монет²⁸. Современные исследователи единодушно называют целью выпуска статеров Кизика их особую торговую миссию – для широкомасштабных международных транзакций, отличную от ежедневных или еженедельных платежей²⁹. Ответ на вопрос о целях чеканки Кизика скорее всего кроется в локализации находок кизикинов, большинство которых концентрируется в Причерноморье. Здесь найдены многочисленные клады и отдельные монеты. Учитывая, что черноморский район был житницей эгейских городов, использование кизикинов уже давно связывали с хлебной торговлей, и эту точку зрения разделяют многие исследователи кизикинов³⁰. Не от-

²⁴ Alfen, Wartenberg 2020b, 9.

²⁵ Bresson 2020, 487, 492.

²⁶ Le Rider 2001, 95.

²⁷ Wallace 1987; Le Rider 2001.

²⁸ Price 1983.

²⁹ Mielczarek 2020; Callataj 2020, 649.

³⁰ Mildenberg 1993–1994, 3; Mielczarek 2020; Булатович, Редина 2021.

рица этого положения, Ф. де Каллатай отдает предпочтение еще одному объяснению чеканки Кизика – для военных платежей, поскольку только этот аспект, по его мнению, должным образом освещается в пассажах Ксенофона (Anab. V. 6. 23; VII. 3. 10)³¹.

В Северном Причерноморье находки кизикинов концентрируются в двух регионах, образуя две различные экономические зоны. Первая, более «древняя», простирается от устья Дуная до устья Днепра, то есть между Истрией и Ольвией, включая Никоний. Здесь в ббльшем количестве были найдены кизикины ранних групп. Вторая, более поздняя, зона находилась на Боспоре. Кизикины двух последних, по классификации Г. фон Фритце, групп найдены именно там, и, в меньшей степени, на Кубани. Полученную картину можно интерпретировать хронологическим сдвигом фокуса хлебной торговли с северо-западно-понтийского региона (V в. до н.э.) в боспорский регион (IV в. до н.э.), включая его азиатскую часть, где производство зерна в IV в. до н.э. достигло своего наивысшего расцвета. Отсутствие находок кизикинов в районе Херсонеса и всего Западного Крыма объясняется отличными от Ольвии и Боспора политическими и экономическими отношениями в этой части Северного Причерноморья. Кроме того, находки кизикинов именно в ионийских черноморских колониях можно трактовать долговременной традицией использования электровых монет в Малой Азии, откуда и выводились колонии в Северо-Западное Причерноморье и на Боспор³².

1.4. Новейшие исследования состава сплава кизикинов

Большое значение для понимания причины применения именно электра в чеканке ранних монет имеют широкомасштабные анализы их сплава с помощью новейших физико-химических методов, проводившиеся в последние годы в целом ряде музеев и центров. Так, например, в Национальном центре исследовательских технологий (Орлеан) был определен элементный состав 97 электровых монет с использованием масс-спектрометрии с лазерной абляцией и индуктивно-связанной плазмой (LA-ICP-MS) и рентгено-флуоресцентной спектрометрии³³.

В ходе новейших анализов оказалось, что сплав электровых монет содержит в заметных количествах медь, которая добавлялась, очевидно, как из соображений удешевления их производства, улучшения металлургических качеств монет (увеличения твёрдости сплава), так и увеличения золотистости оттенка монетных кружков. Известна диаграмма цветов золото-серебряно-медных сплавов³⁴, из которой видно, что добавление меди к золоту позволяло удерживать красновато-желтый («золотистый») цвет сплава, характерный для высокопробного золота, даже при достаточно сильном его разбавлении серебром.

В Музее Израиля (Иерусалим) методом РФА изучались 209 электровых монет (из них 93 кизикина)³⁵. Исследования выявили в сплаве очень сильную отрицательную корреляцию (–0.964) между золотом и серебром. Это означает, что если известно содержание одного из этих металлов в сплаве, то можно предсказать содержание и другого. Например, уменьшение доли золота в сплаве влечет за собой

³¹ Callataÿ 2020, 649.

³² Mielczarek 2020, 672–673.

³³ Blet-Lemarquand, Duyrant 2020.

³⁴ Kleber 2020, 20.

³⁵ Gitler et al. 2020.

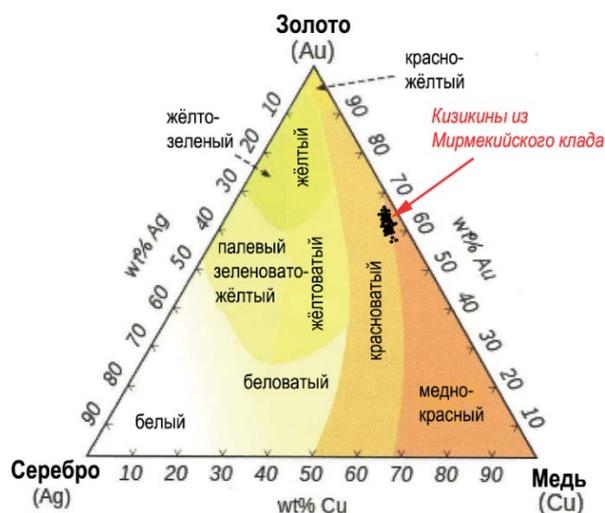


Рис. 1. Тройная цветовая диаграмма Au–Ag–Cu (по: Kleber 2020, 20) с отмеченным облаком точек состава сплава кизикинов Мирмекийского клада.

Fig. 1. Trinity Au–Ag–Cu color diagram (after: Kleber 2020, 20) showing a cloud of dots for the composition of alloy of Cyzicenes of the Myrmecium 2003 Hoard.

пропорциональное увеличение доли серебра. Соотношения между медью и золотом, а также медью и серебром менее однозначны. Коэффициент корреляции между медью и золотом -0.46 , что говорит о том, что, если концентрация золота в сплаве увеличивается, пропорция меди несколько уменьшается³⁶. Увеличение доли меди в сплаве очевидно связано со стремлением придать сплаву темный оттенок, поскольку более темный цвет сплава в представлении современников свидетельствовал о более высоком содержании в нем золота. Также израильские исследователи установили, что для пяти типов кизикинов (Fritze 1912, Nr. 11, 123, 158, 161, 209) наблюдается полное соответствие состава сплава однотипных монет разных номиналов³⁷. Состав же сплава кизикинов типов 85, 88, 103, 105, 113, 121, 128, 154, 155, 208 (по Г. фон Фритце) демонстрирует непостоянство как между различными типами, так и между однотипными номиналами³⁸. Проведенный нами дальнейший анализ данных, полученных израильскими исследователями, демонстрируют слабое, но неуклонное снижение концентрации золота от ранних к поздним монетам (см. табл. 1), и это утверждение справедливо как для главного номинала – статера, так и для его производных. Данное явление было нами ранее подмечено для кизикинов из коллекции ГЭ, а также по данным всех исследований до 2000 г.³⁹

³⁶ Gitler et al. 2020, 408.

³⁷ Gitler et al. 2020, 393–394

³⁸ Gitler et al. 2020, 393–394

³⁹ Смекалова, Дюков 2001, 30–41.

Таблица 1. Средние значение состава сплава кизикинов из Музея Израиля по хронологическим группам, высчитанное по: Gitler et al. 2020.

| Период по Fritze 1912 | Кол-во экз. | Среднее процентное содержание компонентов | | |
|-----------------------------------|-------------|---|-------|------|
| | | Au | Ag | Cu |
| I (600–500) | 6 | 60.96 | 35.03 | 2.82 |
| II (500–460) | 51 | 59.95 | 35.72 | 3.09 |
| III (460–400) | 21 | 57.26 | 37.68 | 3.99 |
| IV (400–330) | 10 | 57.88 | 36.76 | 4.40 |
| Среднее значение по всем периодам | | 59.01 | 36.30 | 3.58 |

В 2016 г. в ГИМ методом РФА исследовался сплав 17 электровых монет Кизика, Фокеи и Митилены. Результаты исследования показали, что монеты Кизика содержат 59–64% золота, 29–36% серебра, 0,65–8,73% меди, а также микропримеси (висмут, свинец, платина и др.), характерные для сплавов золота и серебра. Монеты Фокеи и Митилены содержат 38–53% золота, 42–52% серебра, 6,2–10,67% меди. Значительное содержание в монетах меди указывает на искусственный характер сплава монет, так как в природном золоте или электруме этот металл практически отсутствует. Проведённые исследования подтверждают вывод о том, что на всём протяжении чеканки электровые монеты Кизика, Фокеи и Митилены чеканились из искусственного сплава, состав которого, по-видимому, регламентировался государством⁴⁰.

В 2017 г. эти же монеты (53 из 54) и ещё 5 других кизикинов (в том числе и плакированный экземпляр с серебряным ядром) были проанализированы с использованием портативного рентгено-флуоресцентного анализатора Delta-X. Новые результаты показали достаточно близкие значения состава сплава, но чуть в более узком интервале: 55,6–66,8% золота, 28,2–39,0% серебра, 1,5–6,5% меди⁴¹. Состав плакированного экземпляра отличается от общей картины. Он включает 43,7–46% золота, 44,3–47,8% серебра и 9,7–12,5% меди. Примечательно, что имеющиеся в эрмитажном собрании электровые монеты Кизика VI—V вв. до н. э. с надчеканками, полученными, по-видимому, в процессе обращения на ближневосточном рынке, содержат более 60% золота⁴².

В Софийском университете в 2020 г. проводились исследования 83 электровых монет Кизика, Эрифр, Митилены, Фокеи и неизвестных дворов Малой Азии. Однако в публикации РФА-данные по составу сплава монет даны только с шифрами исследовательской лаборатории, без указания на конкретные экземпляры, поэтому, к сожалению, невозможно сделать более подробный анализ полученных результатов⁴³.

⁴⁰ Захаров 2016; 2019.

⁴¹ Захаров, Кувшинова, Хаврин 2017, 3.

⁴² Захаров, Кувшинова, Хаврин 2017.

⁴³ Zlateva, Doychinova, Prokopov 2021, 860.

2. РФА-ИССЛЕДОВАНИЯ КИЗИКИНОВ МИРМЕКИЙСКОГО КЛАДА

Первые исследования состава сплава статеров клада 2003 г., проводились в ходе подготовки выставки «Мирмекийский клад» в 2006 г. С.В. Хавриным в Отделе научно-технической экспертизы ГЭ методом РФА с помощью спектрометра ArtTAX (Brüker). РФА был проведён для всех статеров Мирмекийского клада. Среднее содержание золота в монетах составляет 53.3–65.5%, серебра – 34.0–41.2%, меди – 1.2–6.0%. Дополнительные примеси не выявлены. Эти данные хорошо соотносятся с результатами проведённых ранее исследований кизикинов из собрания ГЭ⁴⁴.

На тройной цветовой диаграмме Au–Ag–Cu (рис. 1) усреднённые значения состава сплава кизикинов Мирмекийского клада компактно располагаются в зоне красновато-золотистого цвета, практически полностью соответствующего цвету чистого золота.

В дополнение к монетам Мирмекийского клада исследовался состав сплава кизикина⁴⁵ из фондов ВКИКМЗ, найденного в Нимфее и также экспонировавшегося на выставке «Мирмекийский клад»⁴⁶ (рис. 2). Статер принадлежит к IV периоду чеканки, однако содержание золота в нем достаточно высоко: 61.4–65.5% золота, 31.7–35.2% серебра, 2.7–3.4% меди.

Повторно измерения состава сплава кизикинов проводились И.А. Сапрыкиной в фондах ВКИКМЗ в 2021 г. неразрушающим методом безэталонного РФА с использованием портативного спектрометра 5i Tracer (Brüker) с предустановленной калибровкой для сплавов цветных и драгоценных металлов P⁴⁷. Усредненные результаты исследований 2006 и 2021 гг. представлены в Приложении. По данным РФА построена диаграмма состава сплава (рис. 2).

Для каждого из четырёх хронологических периодов высчитаны средние значения содержания золота, серебра и меди (табл. 2). В связи с минимальным количеством исследованных монет первого и четвертого периодов (всего по два экземпляра), выявленное ранее снижение количества золота от ранних к более поздним группам здесь почти незаметно.

Таблица 2. Средние значения состава сплава кизикинов Мирмекийского клада 2003 г. по хронологическим группам (по Fritze 1912).

| Период по Fritze 1912 | Кол-во экз. | Среднее процентное содержание компонентов | | |
|--------------------------|-------------|---|-------|------|
| | | Au % | Ag % | Cu% |
| I (600–500) | 2 | 60.26 | 36.03 | 3.33 |
| II (500–460) | 52 | 59.54 | 36.49 | 3.61 |
| III (460–400) | 43 | 59.04 | 36.99 | 3.56 |
| IV (400–330) | 2 | 59.53 | 37.66 | 2.79 |
| Среднее по всем периодам | | 59.59 | 36.79 | 3.32 |

⁴⁴ Смекалова, Дюков 2001, 28–29, 166–175.

⁴⁵ Fritze 1912, Nr. 183, Taf. V, 31.

⁴⁶ Абрамзон, Иванина 2010, 83, № 103; 147, Табл. III.

⁴⁷ Исследование состава металла выполнялось с использованием приборной базы Центра коллективного использования научным оборудованием (5i Tracer) для археометрических исследований при ИА РАН.

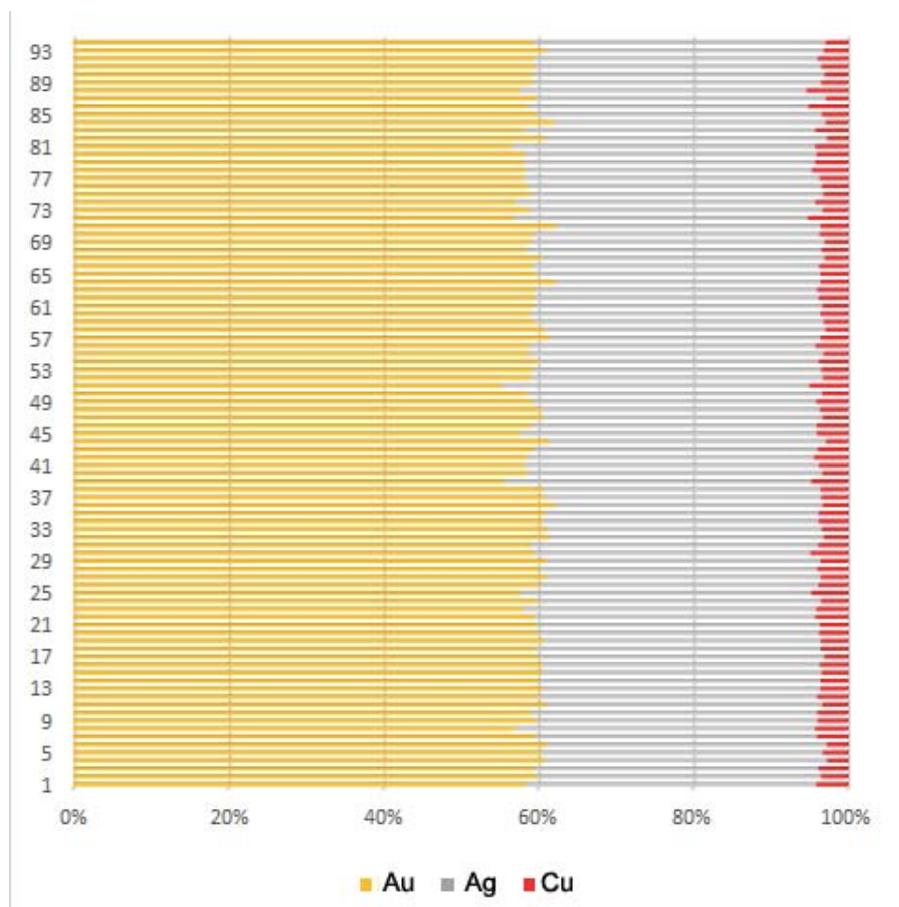


Рис. 2. Диаграмма содержания золота, серебра и меди в сплаве кизикинов Мирмекийского клада 2003 г.

Fig. 2. Diagram of gold, silver and copper content in the alloy of Cyzicenes from the Myrmecium 2003 Hoard.

Метод РФА-анализа позволяет выявлять микропримеси в природном минерале или в искусственном сплаве Au–Ag–Cu⁴⁸. С помощью этого метода определяется также наличие в природном электролите таких «коренных» его микропримесей как теллурий, висмут, палладий, железо, мышьяк⁴⁹. В нашем исследовании с помощью прибора 5i Tracer удалось зафиксировать в части выборки только наличие микропримеси олова и цинка, относящихся скорее к «коренным» микропримесям серебра⁵⁰. Во всех анализах отсутствует свинец, но в большом количестве присутствует медь (до 5%), что подтверждается приборами ArtTAX и 5i Tracer, тогда

⁴⁸ Gitler et al. 2020, 382–384, Tab. 1–4; Fischer-Bossert 2020, Tab. 1, etc.

⁴⁹ Keyser, Clark 2001, 105–106.

⁵⁰ Butcher, Ponting 2011, 72; Rodrigues et al. 2011, 985–987. Необходимо отметить, что в некоторых исследованиях присутствие олова в следовых значениях объясняется как возможное для природного

как в природном сплаве содержание меди не превышает 0.3%; превышение этого значения указывает на легирование сплава медью⁵¹. Также отмечено, что природный электр редко содержит серебро выше 30%; в основном содержание серебра гораздо ниже этого порога⁵².

Соответственно, более высокое содержание серебра вкупе с высоким содержанием меди, отсутствие важных элементов, маркирующих природный характер сплава (например, железо), и одновременно присутствие олова и цинка свидетельствуют в пользу использования для чеканки кизикинов искусственного сплава тройной системы Au–Ag–Cu. Отсутствие ряда микропримесей указывает на использование рафинированного золота и/или серебра. Нельзя совершенно исключить то, что для чеканки кизикинов мог быть использован предварительно очищенный природный электр, в который дополнительно добавлялись медь и серебро (повторимся, что косвенно на это указывает пара олово/цинк). Нам представляется, что именно дополнительным введением в природное «белое золото» серебра и меди объясняется довольно стабильное содержание золота и серебра в сплаве кизикинов на протяжении длительного времени их чеканки.

В целом, эти данные хорошо коррелируют с результатами анализа ранних ионийских и лидийских монет, в сплав которых вводились серебро и медь на протяжении VI–IV вв. до н.э.⁵³. Так, например, в лидийской царской чеканке использовался электровый сплав, содержащий 55% золота, 43–33% серебра и 1–2% меди⁵⁴. Со временем количество золота в лидийских монетах уменьшается параллельно с пропорциональным увеличением доли серебра и меди. Электр Кизика так же не избежал данной участи⁵⁵.

По наблюдению В. Гринвэлла, электр кизикинов имеет более глубокий цвет, чем у ранних электровых монет Милета, Эфеса (ранние эфесские монеты по цвету вообще не отличаются от серебряных), Самоса и других малоазийских центров, и в то же время он далек от цвета чистого золота⁵⁶. В настоящее время знание параметров тройного сплава (Au–Ag–Cu) кизикинов позволяет говорить о том, что его более темный золотистый оттенок обусловлен содержанием меди около 3.3% (см. рис. 1). В. Гринвэлл полагал, что для чеканки кизикинов применялся искусственный сплав золота с серебром, а природный электр использовался для чеканки лишь ранних монет и был позднее уже весь переработан⁵⁷. То, что кизикины считались чеканенными из природного электра, представляет только хороший «маркетинговый» ход, выгодно отличавший их от серебряных и золотых монет, стоивших «дешевле» редкого минерала⁵⁸.

минерала из-за соседства самородного электра с касситеритом (Keyser, Clark 2001, 106). См. также: Konuk 2005, tab. 2–3.

⁵¹ Keyser, Clark 2001, 106.

⁵² Keyser, Clark 2001, 107, tab. 7.1.

⁵³ Keyser, Clark 2001, 112.

⁵⁴ Fischer-Bossert 2018, 16.

⁵⁵ Fischer-Bossert 2018, 19.

⁵⁶ Greenwell 1887, 14.

⁵⁷ Greenwell 1887, 15–16.

⁵⁸ Greenwell 1887, 17–18.

Элементный состав сплава кизикинов Мирмекийского клада 2003 г. (данные РФА масс. %).

| № п/п | № инв. ВКИКМЗ | Тип по: Fritze 1912 (Hurter/Liewald 2002; 2004) | Дата | Au | Ag | Cu |
|-------|---------------|---|---------|-------|-------|------|
| 1 | КН 5396 | 64 | 550–500 | 60.61 | 35.75 | 2.83 |
| 2 | КН 5427 | H/L 2002 26 | 510–490 | 59.93 | 36.21 | 3.83 |
| 3 | КН 5451 | 56 | 500–460 | 60.94 | 36.15 | 3.72 |
| 4 | КН 5452 | 56 | 500–460 | 57.22 | 38.88 | 3.90 |
| 5 | КН 5453 | 56 | 500–460 | 56.40 | 39.75 | 4.36 |
| 6 | КН 5391 | 58 | 500–460 | 58.39 | 37.54 | 4.00 |
| 7 | КН 5401 | 69 | 500–460 | 59.87 | 36.56 | 3.37 |
| 8 | КН 5393 | 70 | 500–460 | 59.60 | 36.69 | 3.70 |
| 9 | КН 5394 | 70 | 500–460 | 60.78 | 36.47 | 2.61 |
| 10 | КН 5423 | 72 | 500–460 | 60.04 | 36.39 | 3.15 |
| 11 | КН 5389 | 75 | 500–460 | 60.86 | 36.08 | 2.63 |
| 12 | КН 5402 | 82 | 500–460 | 59.58 | 36.36 | 3.85 |
| 13 | КН 5403 | 82 | 500–460 | 56.80 | 38.52 | 4.13 |
| 14 | КН 5467 | 85 | 500–460 | 59.66 | 36.20 | 3.82 |
| 15 | КН 5468 | 85 | 500–460 | 58.86 | 36.77 | 3.82 |
| 16 | КН 5469 | 85 | 500–460 | 60.27 | 35.20 | 3.16 |
| 17 | КН 5470 | 85 | 500–460 | 59.61 | 36.00 | 3.87 |
| 18 | КН 5424 | 86 | 500–460 | 60.25 | 35.73 | 3.46 |
| 19 | КН 5477 | 87 | 500–460 | 59.89 | 36.29 | 3.45 |
| 20 | КН 5478 | 87 | 500–460 | 60.20 | 36.08 | 3.26 |
| 21 | КН 5479 | 87 | 500–460 | 60.40 | 35.76 | 3.57 |
| 22 | КН 5485 | 88 | 500–460 | 60.09 | 36.74 | 2.93 |
| 23 | КН 5447 | 90 | 500–460 | 59.55 | 36.69 | 3.41 |
| 24 | КН 5448 | 90 | 500–460 | 60.65 | 35.64 | 3.41 |
| 25 | КН 5449 | 90 | 500–460 | 59.68 | 36.12 | 3.60 |
| 26 | КН 5445 | 91 | 500–460 | 59.60 | 36.51 | 3.51 |
| 27 | КН 5446 | 91 | 500–460 | 59.85 | 36.40 | 4.1 |
| 28 | КН 5399 | 92 | 500–460 | 57.95 | 37.74 | 3.95 |
| 29 | КН 5400 | 92 | 500–460 | 59.65 | 36.54 | 3.37 |
| 30 | КН 5484 | 95 | 500–460 | 57.36 | 37.31 | 4.60 |
| 31 | КН 5483 | 97 | 500–460 | 59.88 | 35.69 | 3.71 |
| 32 | КН 5461 | 99 | 500–460 | 60.82 | 35.41 | 3.40 |
| 33 | КН 5462 | 99 | 500–460 | 59.82 | 35.81 | 3.83 |
| 34 | КН 5444 | 100 | 500–460 | 60.73 | 35.37 | 3.44 |
| 35 | КН 5395 | 103 | 500–460 | 59.28 | 35.59 | 4.68 |
| 36 | КН 5405 | 105 | 500–460 | 58.92 | 36.96 | 3.74 |
| 37 | КН 5406 | 105 | 500–460 | 61.34 | 35.46 | 2.99 |

| | | | | | | |
|----|---------|-----|---------|-------|-------|------|
| 38 | КН 5407 | 105 | 500–460 | 60.98 | 35.29 | 3.30 |
| 39 | КН 5408 | 105 | 500–460 | 60.43 | 35.63 | 3.66 |
| 40 | КН 5428 | 110 | 500–460 | 60.89 | 35.18 | 3.67 |
| 41 | КН 5429 | 110 | 500–460 | 61.89 | 34.49 | 3.13 |
| 42 | КН 5430 | 110 | 500–460 | 60.59 | 35.73 | 3.33 |
| 43 | КН 5431 | 110 | 500–460 | 60.56 | 35.66 | 3.46 |
| 44 | КН 5412 | 113 | 500–460 | 55.47 | 39.53 | 4.61 |
| 45 | КН 5413 | 113 | 500–460 | 58.52 | 38.08 | 3.17 |
| 46 | КН 5397 | 114 | 500–460 | 58.12 | 38.00 | 3.62 |
| 47 | КН 5398 | 114 | 500–460 | 58.37 | 36.97 | 4.26 |
| 48 | КН 5414 | 115 | 500–460 | 59.42 | 36.72 | 3.78 |
| 49 | КН 5439 | 121 | 500–460 | 61.16 | 35.68 | 2.76 |
| 50 | КН 5415 | 125 | 500–460 | 57.37 | 38.05 | 3.88 |
| 51 | КН 5416 | 125 | 500–460 | 58.78 | 36.68 | 3.92 |
| 52 | КН 5443 | 126 | 500–460 | 60.47 | 36.06 | 3.16 |
| 53 | КН 5459 | 127 | 500–460 | 60.42 | 36.21 | 3.54 |
| 54 | КН 5460 | 127 | 500–460 | 58.90 | 36.34 | 3.98 |
| 55 | КН 5463 | 117 | 460–400 | 58.39 | 37.98 | 3.19 |
| 56 | КН 5404 | 119 | 460–400 | 55.01 | 39.55 | 4.86 |
| 57 | КН 5456 | 130 | 460–400 | 58.98 | 37.63 | 3.13 |
| 58 | КН 5457 | 130 | 460–400 | 59.23 | 37.26 | 3.32 |
| 59 | КН 5458 | 130 | 460–400 | 60.10 | 36.17 | 3.66 |
| 60 | КН 5480 | 132 | 460–400 | 59.10 | 37.98 | 3.07 |
| 61 | КН 5481 | 132 | 460–400 | 58.67 | 36.84 | 4.09 |
| 62 | КН 5482 | 132 | 460–400 | 61.23 | 34.89 | 3.43 |
| 63 | КН 5417 | 136 | 460–400 | 60.37 | 36.05 | 2.81 |
| 64 | КН 5418 | 136 | 460–400 | 59.37 | 37.10 | 3.01 |
| 65 | КН 5419 | 136 | 460–400 | 58.92 | 37.42 | 3.45 |
| 66 | КН 5420 | 136 | 460–400 | 59.34 | 37.07 | 3.19 |
| 67 | КН 5421 | 136 | 460–400 | 59.25 | 36.51 | 3.66 |
| 68 | КН 5473 | 137 | 460–400 | 59.37 | 36.15 | 3.87 |
| 69 | КН 5440 | 138 | 460–400 | 61.80 | 33.99 | 3.43 |
| 70 | КН 5441 | 138 | 460–400 | 59.37 | 36.38 | 3.42 |
| 71 | КН 5486 | 146 | 460–400 | 58.72 | 36.65 | 3.57 |
| 72 | КН 5471 | 148 | 460–400 | 60.22 | 36.73 | 2.91 |
| 73 | КН 5464 | 157 | 460–400 | 58.31 | 38.08 | 3.30 |
| 74 | КН 5465 | 157 | 460–400 | 58.77 | 37.86 | 2.90 |
| 75 | КН 5466 | 157 | 460–400 | 59.42 | 36.86 | 3.58 |
| 76 | КН 5442 | 158 | 460–400 | 62.03 | 33.98 | 3.42 |
| 77 | КН 5409 | 163 | 460–400 | 56.97 | 37.98 | 5.10 |
| 78 | КН 5410 | 163 | 460–400 | 58.57 | 37.54 | 3.18 |
| 79 | КН 5411 | 163 | 460–400 | 56.96 | 38.52 | 4.10 |
| 80 | КН 5432 | 167 | 460–400 | 59.10 | 37.60 | 3.10 |
| 81 | КН 5433 | 167 | 460–400 | 58.52 | 37.71 | 3.27 |
| 82 | КН 5434 | 167 | 460–400 | 57.82 | 38.08 | 3.53 |

| | | | | | | |
|----|---------|--------------|-----------|-------|-------|------|
| 83 | KH 5435 | 167 | 460–400 | 58.19 | 36.88 | 4.54 |
| 84 | KH 5436 | 167 | 460–400 | 58.13 | 37.6 | 4.08 |
| 85 | KH 5437 | 167 | 460–400 | 58.15 | 37.52 | 3.92 |
| 86 | KH 5438 | 167 | 460–400 | 56.31 | 38.94 | 4.1 |
| 87 | KH 5392 | 169 | 460–400 | 60.73 | 36.14 | 2.60 |
| 88 | KH 5425 | 171 | 460–400 | 58.39 | 37.55 | 4.10 |
| 89 | KH 5426 | 172 | 460–400 | 62.06 | 35.10 | 2.79 |
| 90 | KH 5422 | 173 | 460–400 | 59.75 | 36.70 | 3.26 |
| 91 | KH 5474 | 174 | 460–400 | 58.33 | 36.14 | 4.98 |
| 92 | KH 5475 | 174 | 460–400 | 59.68 | 37.22 | 2.75 |
| 93 | KH 5476 | 174 | 460–400 | 57.59 | 36.73 | 5.24 |
| 94 | KH 5472 | 176 | 460–400 | 59.33 | 37.11 | 3.35 |
| 95 | KH 5454 | 178 | 460–400 | 59.22 | 37.72 | 2.91 |
| 96 | KH 5455 | 178 | 460–400 | 59.58 | 36.86 | 3.34 |
| 97 | KH 5390 | H/L 2002 27a | 420–400 | 59.41 | 36.47 | 3.80 |
| 98 | KH 5388 | 152 | После 410 | 60.70 | 35.91 | 3.03 |
| 99 | KH 5450 | H/L 2004 2 | 400–380 | 59.53 | 37.66 | 2.79 |

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Abramzon, M., Frolova, N. 2007: Le trésor de Myrmekion de statères cyzicènes. *RN* 163, 15–44.
- Alfen, P. van 2020: The Role of “The State” in Early Electrum Coinage. In: *White Gold*, 547–568.
- Alfen, P. van, Wartenberg, U. (eds.) 2020a: *White Gold. Studies in Early Electrum Coinage*. New York–Jerusalem.
- Alfen, P. van, Wartenberg, U. 2020b: Introduction. In: *White Gold*. 1–16.
- Blet-Lemarquand, M., Duyrat, F. 2020: Elemental Analysis of the Lydo-Milesian Electrum Coins of the Bibliothèque Nationale de France Using LA-ICPMS. In: *White Gold*, 337–378.
- Bresson, A. 2020: The Choice of Electrum Monometallism: When and Why. In: *White Gold*, 477–496.
- Butcher, K., Ponting, M. 2011: The Denarius in the First Century. In: N. Holmes (ed.), *Proceedings of the XIVth Numismatic International Congress, Glasgow 2009*. Glasgow, 557–568.
- Butyagin, A., Chistov, D. 2006: The Hoard of Cyzicenes and Shrine of Demeter at Myrmekion. *ACSS* 12, 77–131.
- Cahill, N., Hari, J., Onay, B., Dokumaci, E. 2020: Depletion Gilding of Lydian Electrum Coins and the Sources of Lydian Gold. In: *White Gold*, 291–336.
- Callataÿ, F. de 2020: Prolegomena to a Die Study of the Electrum Coinage of Cyzicus. In: *White Gold*, 641–664.
- Fischer-Bossert, W. 2018: Electrum Coinage of the Seventh Century BC. In: O. Tekin (ed.), *Second International Congress on the History of Money and Numismatics in the Mediterranean World, 5–8 Jan. 2017 Antalya. Proceedings*. Istanbul, 15–23.
- Fischer-Bossert, W. 2020: Phanes: A Die Study. In: *White Gold*, 423–476.
- Fritze, H. von 1912: *Die Elektronprägung von Kyzikos*. (Nomisma VII). Berlin.
- Gitler, H., Goren, Y., Konuk, K., Tal, O., Alfen, P. van, Weisburd, D. 2020: XRF Analysis of Several Groups of Electrum Coins. In: *White Gold*, 379–422.
- Gitler, H., Tal, O. 2020: A View from the Near East: The Transition from Metal to Coin Economy in the Southern Levant. In: *White Gold*, 35–48.
- Greenwell, W. 1887: *The Electrum Coinage of Cyzicus*. London.
- Hanfmann, M.A., Waldbaum, J. 1970: *Excavations at Sardis*. Cambridge.

- Healy, J.F. 1974: Greek refining techniques and the composition of gold-silver alloys. *RBN CXX*, 19–33.
- Hurter, S., Liewald, H.-J. 2002: Neue Münztypen der Kyzikener Elektronprägung. *SNR* 81, 21–39.
- Hurter, S., Liewald, H.-J. 2004: Neue Nominale in der Elektronprägung von Kyzikos. *SNR* 83, 27–37.
- Karyshkovskiy, P.O. 1960: Ob obrashchenii kizikinov v Ol'vii [Circulation of the Cyzicenes in Olbia]. *Nimizmatika i epigrafika [Numismatics and epigraphy]* 2, 3–13.
- Карышковский, П.О. 1960. Об обращении кизикинов в Ольвии. *НЭ* 2, 3–13.
- Keyser, P.T., Clark, D.D. 2001: Analyzing and Interpreting the Metallurgy of the Early Electrum Coins. In: M.S. Balmuth (ed.), *Hacksilver to Coinage: New Insights into the Monetary History of the Near East and Greece* (Numismatic Studies 24). New York, 105–126.
- Kleber, K. 2020: As Skillful as Croesus: Evidence for the Parting of Gold and Silver by Cementation from Second and First Millennium Mesopotamia. In: *White Gold*, 17–34.
- Konuk, K. 2005: The Electrum Coinage of Samos in the Light of a Recent Hoard. In: E. Schwertheim, E. Winter (eds.), *Neue Forschungen zu Ionien* (Asia Minor Studien 54). Bonn, 43–55.
- Kroll, J. H. 2020: Issue Identification, Dynastai, and the Plethora of Types in Early Electrum Coinage. In: *White Gold*, 537–546.
- Le Rider, G. 2001: *La naissance de la monnaie. Pratiques monétaire de l'Orient ancien*. Paris.
- Mielczarek, M. 2020: Cyzicene Electrum Coinage and the Black Sea Grain Trade. In: *White Gold*, 665–688.
- Mildenberg, L. 1993–1994: The Cyzicenes: A Reappraisal. *American Journal of Numismatics* 5–6, 1–12.
- Paszthory, E. 1980: Investigations on the early electrum coins of the Alyattes type. In: *Metallurgy and Numismatics*. Vol. I. (RNSSP 13), 151–156.
- Price, M.J. 1983: Thoughts on the Beginnings of Coinage. In: C.N.L. Brooke et al. (eds.), *Studies in Numismatic Method Presented to Philip Grierson*. Cambridge, 1–10.
- Ramage, A., Craddock, P.T. 2000: *King Croesus' Gold*. Cambridge.
- Shelov, D.B. 1949: Kizikskie statery na Bospore [Cyzicene staters in the Bosporus]. *Vestnik drevney istorii [Journal of Ancient Studies]* 2, 93–98.
- Шелов, Д.Б. 1949: Кизикские статеры на Боспоре. *ВДИ* 2, 93–98.
- Smekalova, T.N., Dyukov, Yu.L. 2001: *Monetnye splavy gosudarstv Severnogo Prichernomor'ya: Bospor, Ol'viya, Tira* [Coinage Alloys of the Northern Black Sea States: Bosporus, Olbia, Tyras]. Saint Petersburg.
- Смекалова, Т.Н., Дюков, Ю.Л. 2001: Монетные сплавы государств Северного Причерноморья: Боспор, Ольвия, Тира. Санкт Петербург.
- Zakharov, E.V. 2013: Plated Cyzicene *hektē* from the Collection of the Numismatics Department of the State Historical Museum. *ACSS* 19, 1–11.
- Zakharov, E.V. 2016: Rezul'taty rentgeno-fluorescentnogo analiza elektrovyykh monet iz kollektsii Otdela numizmatiki GIM. K voprosu o prirode zolotogo splava monet Kizika, Fokei i Mitileny v VI–IV vv. do n.e. [Results of X-ray fluorescence analysis of electrum coins in the Department of Numismatics of the State Historical Museum. On the issue of the nature of the gold alloy of the coins of Cyzicus, Phocaea and Mithylene in the 6th – 4th centuries BC]. In: *Numizmaticheskie chteniya Gosudarstvennogo Istoricheskogo muzeya 2016 goda. Moskva, 22 i 23 noyabrya 2016 g. Materialy dokladov i soobshcheniy [The State Historical Museum Numismatic Readings 2016. Moscow, November 22 and 23, 2016. Abstracts and Papers]*. Moscow, 3–5.
- Захаров, Е.В. 2016: Результаты рентгено-флуоресцентного анализа электроновых монет из коллекции Отдела нумизматики ГИМ. К вопросу о природе золотого сплава монет Кизика, Фокеи и Митилены в VI–IV вв. до н. э. В сб.: *Нумизматические чтения*

Государственного Исторического музея 2016 года. Москва, 22 и 23 ноября 2016 г. Материалы докладов и сообщений. М., 3–5.

Zakharov, E.V., Kuvshinova, E.A., Khavrin, S.V. 2017: Novye rezul'taty analiza splava elektroykh monet Kizika VI—IV vv. do n.э. iz sobraniya Gosudarstvennogo Ermitazha. [New data of the analysis of the alloy of Cyzicene electrum coins of the 6th – 4th centuries BC in the State Hermitage. In: *Devyatnadsataya Vserossiyskaya numizmaticheskaya konferentsiya. VelikiyNovgorod 18–22 aprelya 2017 g. Tezisy dokladov i soobshcheniy* [Nineteenth All-Russian Numismatic Conference. Veliky Novgorod, April 18–22, 2017. Abstracts and Papers]. Saint Peterburg, 3–5.

Захаров, Е.В., Кувшинова, Е.А., Хаврин, С.В. 2017: Новые результаты анализа сплава электроных монет Кизика VI—IV вв. до н.э. из собрания Государственного Эрмитажа. В сб.: *Девятнадцатая Всероссийская нумизматическая конференция. Великий Новгород, 18–22 апреля 2017 г. Тезисы докладов и сообщений.* СПб., 3–5.

Zlateva, B., Doychinova, M., Prokopov, I. 2021: XRF analyses of electrum coins of the 7th — 4th cc. BCE: coin hoard (hoards?) or several groups of coins. *МАИАСП* 13, 855–874.

XRF-ANALYSIS OF CYZICENES OF THE MYRMECIUM 2003 HOARD (CH XI, 16)

Mikhail G. Abramzon¹, Tatyana N. Smekalova², Irina A. Saprykina³,
Sergey V. Khavrin⁴

^{1,3} *Institute of Archaeology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;*

¹ *Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia*

² *V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia*

⁴ *State Hermitage, Saint Petersburg, Russia*

¹ *E-mail: abramzon-m@mail.ru* ² *E-mail: tnsmek@mail.ru* ³ *E-mail: dolmen200@mail.ru*

⁴ *E-mail: sergekhavrin@yandex.ru*

Acknowledgements: Russian Science Foundation, project no. 18-18-00193-II

Abstract. The paper presents for the first time the results of the XRF analysis of Cyzecene staters of the Myrmecium 2003 Hoard in the East Crimean Historical and Cultural Museum-Reserve. These data, in combination with previous studies of electrum coins, confirm the conclusion about the artificial nature of the Cyzicene electrum and about the steady, albeit insignificant, reduction gold content in the electrum alloy over time.

Keywords: Cyzecene electrum coins, Myrmecium 2003 Hoard (CH XI, 16), XRF analysis