

Е.А. Юдина, М.О. Тонкушина, Н.А. Кулеш, А.А. Остроушко

Уральский федеральный университет
просп. Ленина, 51, Екатеринбург, 620000, РФ
E-mail: kveten@gmail.com
ул. Куйбышева, 48, Екатеринбург, 620026, РФ
E-mail: rita-zar@yandex.ru;
nikita.kulesh@urfu.ru;
alexander.ostroushko@urfu.ru

ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ АРХЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОХРЫ: МЕТОДИКА И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ (по материалам неолитических и энеолитических памятников Среднего Зауралья и Западной Сибири)¹

Статья посвящена методическим аспектам элементного анализа (рентгенофлуоресцентной спектроскопии) природного минерального пигмента — охры. В качестве источниковой базы выбраны оксидные охры, полученные при раскопках памятников таежной зоны Западной Сибири и Среднего Зауралья, датируемых эпохой неолита и энеолита (конец VI — III тыс. до н.э.). Рассмотрены вопросы отбора и подготовки археологических образцов, а также интерпретационные возможности избранного подхода.

Ключевые слова: оксидная охра, природные минеральные пигменты, неолит, энеолит, Западная Сибирь, Среднее Зауралье, элементный анализ, рентгенофлуоресцентная спектроскопия.

DOI: 10.20874/2071-0437-2016-34-3-021-034

В последние годы в работах по таким природным минеральным красителям, как охры, акцент постепенно смещается с изучения их семантики на физико-химический анализ, а также реконструкцию технологии их изготовления и использования, поиск возможного сырья [Грешников, 2014; Пахунов и др., 2014; Усачева и др., 2011; Широков и др., 2014; и др.]. Информационный потенциал охры как археологического источника, на наш взгляд, раскрыт пока не полностью: с одной стороны, не так давно актуализировался интерес к краскам с точки зрения их физико-химических свойств, с другой — сам источник весьма многообразен и непросто. В то же время именно это направление представляется наиболее перспективным. Физико-химический и технологический анализ охры может быть сопоставлен с внешней критикой письменного источника, отсутствие которой в некоторых случаях затрудняет работу с содержанием, в некоторых — обедняет либо искажает его смысл. То же справедливо для работы с источником вещественным: естественно-научные методы создают фундамент и существенно увеличивают объем данных, доступных для анализа и интерпретации.

Термин «охра» имеет долгую историю и используется весьма широко. Мы будем применять его по отношению к археологическим образцам, происходящим с территории Западной Сибири, имеющей свою сырьевую специфику. В связи с этим, дабы избежать разночтений, отметим, что под указанным термином далее подразумеваем (если не оговаривается иное) прежде всего охру оксидную². Соответственно под охрой понимаем минеральный пигмент, полученный из железной руды (конкреций лимонита, гематита и др.) или (возможно) органоминеральных почвенных новообразований, содержащих окислы железа (ортштейны, ортзанд в песчаных подзолистых почвах), под-

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 14-06-00162.

² В работах по природным минеральным красителям можно встретить деление охр на два типа по признаку наличия или отсутствия в них силикатов: оксидный и собственно силикатный (другой вариант именования — охра рудная и глинистая). Коллектив авторов, изучавших охру из донских погребений эпохи бронзы, для своих источников определил охры первого типа как железную руду (лимонтит), второго типа — как ожелезненную монтмориллонитовую глину либо как искусственную смесь монтмориллонитовой глины с лимонитом [Балабина и др., 1991]. Поскольку при всех вариациях большинство изученных на сегодняшний день охристых красителей по использованному сырью может быть отнесено к одному из двух указанных типов, считаем обоснованным и эффективным применение данного деления и в нашем случае.

вергшийся термической и/или механической обработке, который может использоваться в чистом виде либо как компонент наполненных композиционных материалов, придающий им непрозрачность, цвет или другие свойства.

На памятниках археологии охра может встречаться в самом разном контексте, виде и состоянии: в виде следов окрашивания на предметах быта (например, на керамической посуде и костяных изделиях), в виде приготовленного к использованию пигмента, в виде сырья и т.д. [Сериков, 2014]. Нас будет интересовать сыпучий, порошковидный минеральный краситель, использовавшийся, судя по материалам памятников, для подсыпки и окрашивания полов жилищ, культовых и иных площадок, погребальных камер и их содержимого³.

Территориально наши источники ограничены лесотундровой, таежной и лесостепной зонами Западной Сибири, Средним Зауральем. Традиция окрашивания земляных полов, а также территории производственных, сакральных и иных комплексов известна по материалам Западной Сибири и Зауралья с мезолита. Мы рассматривали образцы, полученные с памятников, датируемых эпохой неолита и энеолита (конец VI — III тыс. до н.э.). В ряде случаев — с целью сопоставления и поиска хронологических и культурных различий в образцах — привлекались материалы более поздних комплексов (ранний железный век, раннее средневековье). Всего для данной работы было проанализировано 45 образцов (рис. 1, табл. 1, 2)⁴.

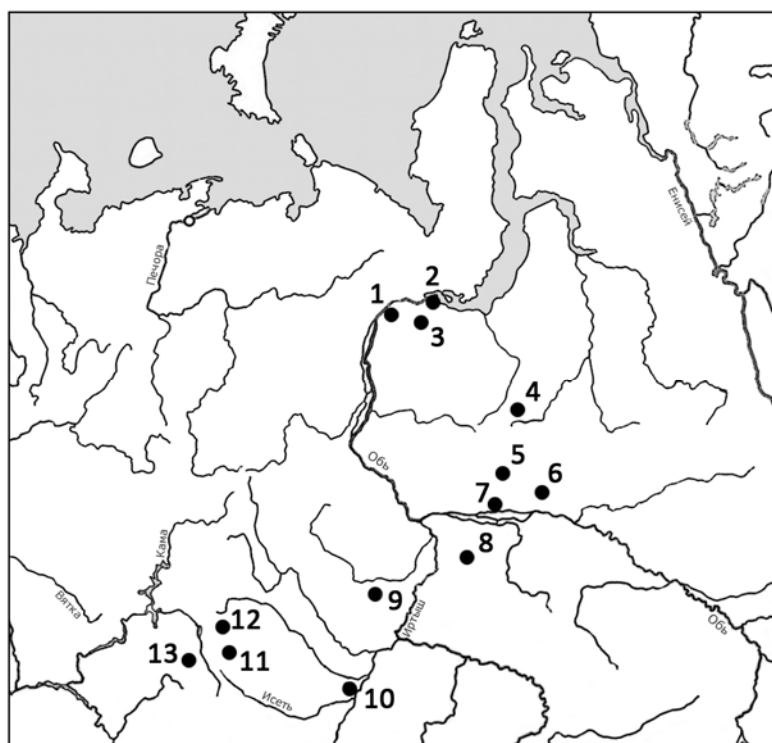


Рис. 1. Расположение памятников, из коллекций которых были получены образцы природных минеральных пигментов (охры) для элементного анализа:

- 1 — гор./жертв. место Усть-Полуй; 2 — пос. Горный Самотнел 1; 3 — мог. Зеленый Яр; 4 — пос. Ет-то I; 5 — сел. Ультильягун 2; 6 — мог. Старые Покачи 5.1; 7 — памятники урочища Барсова Гора; 8 — сел. Большой Салым 4; 9 — пос. Большая Умытья 100; 10 — пам. Чепкуль 21А; 11 — памятники Шайтанского озера; 12 — ст. Уральские Зори I (окрестности памятника); 13 — Пещера Туристов (переотложенные слои).

³ Выявление исключительно оксидной охры может в нашем случае объясняться характером выборки образцов: до проведения соответствующих изысканий нельзя исключить, что массовый анализ не только охристых подсыпок, но и, например, следов окрашивания на глиняной посуде расширит наши представления о сырьевой базе изготовления древней западно-сибирской охры.

⁴ Выражаем благодарность исследователям, предоставившим материалы для проведения элементного анализа (образцы охр, сырья и фоновых почв): Л.Л. Косинской, И.В. Усачевой, Е.Н. Дубовцевой, Ю.П. Чемякину, К.Г. Карачарову, Ю.Б. Серикову, В.Д. Викторовой, С.Н. Скочиной, О.Ю. Зиминой, В.Ф. Кернер, П.Р. Сташкину, М.В. Коноваленко, А.А. Погодину, Д.Н. Еньшину, С.И. Цембалюк, Ал.В. Гусеву и Анд.В. Гусеву, О.С. Тупахиной и др.

Археологические памятники, с которых были получены и проанализированы образцы пигментов

Памятник	Административно-географическая привязка	Датировка и культурная атрибуция	Место и условия забора образца	Номер образца	
Селище Барсова Гора II/19	Сургутский р-н Тюменской обл., ХМАО — Югра	Конец V — начало IV тыс. до н.э. Быстринская археологическая культура	Жилище 2, прослойка пола жилища	1	
			Жилище 3, прослойка пола жилища	2	
Поселение Барсова Гора II/22	Сургутский р-н Тюменской обл., ХМАО — Югра	По предварительной датировке IV — начало III тыс. до н.э.	Жилище 2, прослойка пола жилища	3	
Селище Барсова Гора II/42	Сургутский р-н Тюменской обл., ХМАО — Югра	IV тыс. до н.э. Барсовогорский культурный тип?	Жилище 1, прослойка пола жилища	4	
			Объект 5 (открытая окрашенная охрой площадка-«дорожка»)	5, 6	
			Конец V — начало IV тыс. до н.э., IV тыс. до н.э. Быстринская археологическая культура/барсовогорский культурный тип	Жилище 6а, заполнение столбовой ямки (предположительно, естественное ожелезнение)	7
			IV тыс. до н.э. — III тыс. до н.э.	Объект 12 (яма-«палитра»)	8, 9, 10, 11
Могильник Барсовский II	Сургутский р-н Тюменской обл., ХМАО — Югра	Поздний неолит — энеолит? III тыс. до н.э.	Пигмент с фрагментов керамических сосудов из заполнения погребения № 1	12, 13	
Могильник Барсовский VII	Сургутский р-н Тюменской обл., ХМАО — Югра	IV в. до н.э. — III в. н.э. Кулайская археологическая культура	Пигмент из заполнения погребения № 9	14	
Памятник Чепкуль 21А	Тюменский р-н Тюменской обл.	V тыс. до н.э. — IV тыс. до н.э. Козловская археологическая культура	Объект 1	17, 18	
			Объект 6	19	
			Объект 21	20	
Поселение Ет-то I	Надымский р-н, ЯНАО	Последняя четверть V тыс. до н.э. Еттовский культурный тип.	Жилище 5, прослойка пола жилища	24, 25	
Селище Ультильпягун 2	Сургутский р-н Тюменской обл., ХМАО — Югра	IV в. до н.э. — III в. н.э. Кулайская археологическая культура	Жилище 1, прослойка пола жилища (рядом с очагом)	28	
Могильник Старые Покачи 5.1	Нижневартовский р-н Тюменской обл., ХМАО — Югра	III тыс. до н.э.	Пигмент из заполнения погребения № 1	29	
Селище Большой Салым 4	Нефтеюганский р-н Тюменской обл., ХМАО — Югра	Мезолит — ранний неолит	Пигмент из заполнения погребения № 1	30	
			Пигмент из заполнения погребения № 4	31, 32	
Поселение/могильник Большая Умытья 100	Советский р-н Тюменской обл., ХМАО — Югра	Неолит. V–IV тыс. до н.э.	Объект № 150. Пигмент из заполнения погребения	34	
Культовый памятник Шайтанское Озеро I	Кировградский р-н Свердловской обл.	Предположительно III тыс. до н.э. Аятская археологическая культура	Образец взят с «рабочего места мастера» (скопление вокруг шлифовальной плиты на открытой площадке)	37	
			Образец взят с площади берегового вала озера, из слоя с культурными остатками разных эпох	38	
Комплексы Пещеры Туристов	Пригородный р-н Свердловской обл.	Хронологическая и культурная принадлежность слоев забора пробы не установлена	Образец взят из смытого культурного слоя в конусе выноса под пещерой	39	
Городище/жертвенное место Усть-Полуй I	г. Салехард (микрорайон «Гидропорт»), ЯНАО	I в. до н.э. Кулайская археологическая культура	Образцы взяты из различных объектов жертвенного места	41, 42, 43	
Могильник Зеленый Яр	Приуральский р-н, ЯНАО	VI–VII вв. н.э. Зеленогорский этап нижеобской археологической культуры	Образец взят из окрашенного пятна в межмогильном пространстве	44	
Поселение Горный Самотнел-1	Приуральский р-н, ЯНАО	IV–III тыс. до н.э.	Образец взят с территории поселения (открытая площадка) из-под каменной плиты, использовавшейся предположительно для растирания охры	45	

Образцы конкреций лимонита, органоминеральных почвенных новообразований (ортштейнов, ортзанда), ожелезненной глины и песка, полученные с археологических памятников и прилегающих территорий

Номер образца	Административно-географическая привязка	Место и условия забора образца
15	Сургутский р-н Тюменской обл., ХМАО — Югра. Урочище Барсова Гора	Сборы с поверхности, лимонит. Ближайший археологический памятник — селище Барсова Гора I/21
16	Сургутский р-н Тюменской обл., ХМАО — Югра. Урочище Барсова Гора	Сборы с поверхности, лимонит. Ближайший археологический памятник — поселение Барсова Гора II/9
21, 22, 23	Тюменский р-н Тюменской обл.	Пробы ожелезненных пород из берегового вала древнего палеозера Чепкуль. Ближайший археологический памятник — Чепкуль 21А
26, 27	Надымский р-н, ЯНАО	Пробы ожелезненных пород с территории поселения Ет-то I
33	Нефтеюганский р-н Тюменской обл., ХМАО — Югра	Проба ожелезненных пород с территории селища Большой Салым 4
35, 36	Советский р-н Тюменской обл., ХМАО — Югра	Пробы ожелезненного песка, взятые близ поселения/могильника Большая Умытья 100. Раздув на грунтовой дороге
40	Кушвинский городок округ Свердловской обл.	Проба ожелезненной глины из карьера вблизи стоянки Уральские Зори I

Методы исследования

Физико-химические методы анализа все шире используются в гуманитарных исследованиях. В зависимости от характера источника и целей конкретной работы методы применимы в большей или меньшей степени, имеют свои преимущества и особенности — пробоподготовки, расшифровки результатов и т.д. Данная статья посвящена методу рентгенофлуоресцентной спектроскопии охристых пигментов.

Вышеназванный метод активно используется в археологии с конца 60-х гг. прошлого столетия [Shackley, 2011]. Одним из первых примеров его применения является работа Эдварда Холла (Edward Hall), посвященная монетам Римской империи, изданная в 1960 г. В 1968 г. Роберт Джек и Роберт Ф. Хэйзер (Robert Jack and Robert F. Heizer) впервые опубликовали результаты рентгенофлуоресцентного анализа археологических находок обсидиана Нового Света. В последующие годы немаловажную роль в развитии метода сыграли исследования на стыке археологии и геоархеологии, проводившиеся в университете г. Беркли, штат Калифорния, в которых также особое внимание уделялось находкам из обсидиана и других вулканических пород. За прошедшие десятилетия благодаря активному привлечению рентгенофлуоресцентной спектроскопии многие проблемы комплексных исследований такого рода были успешно разрешены. Однако специфика выбранной нами источниковой базы породила целый ряд новых методических вопросов. Мы сочли необходимым и достаточным остановиться на одном подходе, максимально подробно рассмотрев спорные, проблемные моменты, выявившиеся в ходе нашей работы: от отбора проб в полевых условиях до возможностей использования и интерпретации полученных данных.

Рентгенофлуоресцентная спектроскопия относится к методам элементного анализа, позволяющим определять качественный и количественный элементный состав объектов материального мира как в твердом, так и в жидком состоянии. Этот метод основан на сборе и последующем анализе спектра, полученного путем воздействия на исследуемый материал рентгеновским излучением, и позволяет одновременно определять более 80 элементов от бора до урана. Неоспоримым достоинством метода является также возможность получения данных о составе сложного материала без его разрушения, с сохранением полного комплекса его физико-химических свойств [Черноруков и др., 2012].

Рентгенофлуоресцентная спектроскопия — весьма точный и чувствительный метод исследования образцов по химическим элементам. Однако конкретные химические соединения, в которые они входят, остаются за пределами анализа. Определение легких элементов (и, стало быть, органическая составляющая образцов) также вызывает трудности, поскольку для элементов с малым порядковым номером выход флуоресценции невелик. Кроме того, излучение легких элементов лежит в длинноволновой области. В силу этих причин даже натрий (Na) можно определять лишь на некоторых типах приборов [Черноруков и др., 2012].

Недостающие сведения могут быть восполнены путем привлечения других физико-химических методов анализа, таких как рентгенофазовый анализ, термогравиметрия и дифференциальная сканирующая калориметрия совместно с масс-спектрометрией, магнитный анализ и т.д.

Элементный анализ археологической охры: методика и возможности применения...

Тем не менее элементный анализ сам по себе предоставляет исследователю немало данных для археологической и исторической реконструкции — в том случае, если вопросы сформулированы исследователем в соответствии с конкретной методикой и имеется удовлетворяющая запросу выборка образцов.

Первое, что следует учитывать при использовании данного метода,— это пробоотбор образцов. Как в природном сырье, так и в самом охристом красителе наблюдаются значительные колебания содержания элементов даже в пределах небольшого объема. Для создания репрезентативной выборки необходимо иметь в виду как этот момент, так и специфику исследуемого археологического объекта. В тех случаях, когда речь идет о небольших и четко локализованных окрашенных пятнах, вполне уместно собрать весь окрашенный грунт. Если объекты крупные, на наш взгляд, допустимо прибегнуть к хорошо известным методикам почвенного пробозабора (например, к методу «конверта») либо, учитывая возможную внутреннюю дифференциацию окрашенной площади (рабочей/культовой площадки, пола жилища, заполнения могильной камеры и т.д.), произвести пробозабор в максимальном числе потенциально различающихся точек⁵. В последнем случае каждая проба требует исчерпывающего сопроводительного описания (расположение в пространстве, археологическая характеристика — описание в контексте вскрываемого объекта, предполагаемая функциональная или любая иная специфика). Ценную дополнительную информацию могут дать пробы вмещающего грунта (в идеале — всей естественной почвенной колонки и неокрашенных участков вмещающих культурных слоев, если такие имеются).

В большинстве отобранных в ходе полевых исследований образцов охристого красителя с неизбежностью присутствует примесь подстилающего материала (например, при снятии красителя со стенок керамической посуды) либо вмещающего грунта (в нашем случае в основном песка). Возможность анализа как твердофазных, так и жидких образцов позволила нам использовать различные методы пробоподготовки, для каждого из которых выявились преимущества и недостатки.

В первом случае мы растворяли образцы в разбавленной азотной кислоте при кипячении. С одной стороны, такой способ позволил усреднить образцы по составу, а для образцов с примесью песка — еще и минимизировать вклад примеси, так как песок не растворяется в азотной кислоте. С другой стороны, растворение происходило в течение нескольких суток. Кроме того, при растворении мы разбавляли образец, что в итоге снижало чувствительность метода.

Во втором случае производилось отмучивание охристого пигмента в дистиллированной воде. Этот способ пробоподготовки позволил удалить из образца основную массу песка, частицы которого имеют значительно больший размер, чем охристые, однако полностью избавиться от песка с малым размером частиц не удалось. Подготовленные таким способом образцы снимались в нескольких точках для усреднения по составу.

В третьем случае мы анализировали исходные образцы.

При отсутствии посторонних примесей, как, например, в случае с конкрециями лимонита, анализ производился в нескольких точках образца для усреднения по составу. Для образцов, имеющих примесь песка (что чаще всего видно даже невооруженным глазом), анализ также производился в нескольких точках. Далее образцы сравнивались между собой как по непосредственно полученным результатам, так и по пересчитанным, где из соотношения элементов был удален кремний (большая часть кремния относится к примеси песка).

Сопоставление результатов анализа одних и тех же образцов при их различной пробоподготовке показало, что при исследовании растворов чувствительности метода не хватает для ряда микропримесей, которые наблюдаются при исследовании твердофазных образцов. В связи с этим в большинстве случаев для рассматриваемой выборки был использован анализ исходных образцов, как наименее трудозатратный и достаточно информативный. Во всех случаях между собой сравнивались образцы с одинаковым способом пробоподготовки.

Элементный анализ образцов, интерпретация полученных данных

Определение элементного состава твердофазных образцов методом рентгенофлуоресцентного анализа было произведено Н.А. Кулешом на приборе Nanohunter в центре коллективного пользования «Современные нанотехнологии» Уральского федерального университета (г. Екатеринбург).

⁵ Для проведения элементного анализа методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии достаточен образец объемом от 0,5 мг.

Если говорить об охристом пигменте, то его элементный состав в некоторой степени обладает «свойством памяти». Прежде всего, это отражение конкретной сырьевой базы. В отличие от структуры вещества и составляющих его химических соединений, элементный состав практически не изменяется при термической обработке, что и позволяет соотносить охристый пигмент с предполагаемым сырьем. Иногда источник сырья можно определить весьма точно, иногда — лишь примерно. Это зависит в первую очередь от полноты информации по фоновым почвам и рудным базам рассматриваемого региона, а также от наличия анализов по соседним археологическим памятникам. Также играет роль количество отобранных образцов: естественные природные колебания элементного состава почв и руд и специфика различных археологических объектов почти исключают надежное выявление устойчивых маркеров по единичному образцу.

Элементный анализ не дает ответов на вопросы о температуре и длительности термического воздействия на будущий краситель, окислительном или восстановительном режимах обжига, степени измельченности обжигаемого сырья и т.д. Однако на элементном составе красителя неизбежно отразятся все вводимые в него (осознанно или случайно) неорганические добавки. Так, например, попадающая при обжиге на руду зола имеет минеральную составляющую топлива, и ее присутствие в порошковидном пигменте потенциально может в некоторой (иногда — чрезвычайно незначительной) степени отразиться на его элементном составе. Справедливости ради отметим, что в нашем случае при анализе археологических образцов таких наблюдений сделать не удалось. Для проверки выдвинутой гипотезы мы проанализировали ряд экспериментальных образцов, обжиг которых проводился при заранее заданных, известных нам условиях (характер топлива, температура и продолжительность обжига). Сравнительный анализ образцов, обожженных с использованием различных видов топлива, как между собой, так и с исходными образцами не показал значимых различий. В объеме охры примесь золы и ее минерального остатка оказалась слишком мала. В данном случае может оказаться полезным параллельное использование метода электронной сканирующей микроскопии и элементного анализа, позволяющего исследовать непосредственно частицу золы, которую мы видим в микроскоп. При самом удачном раскладе теоретически возможна даже поправка на определенный вид топлива, ибо минеральный состав золы, образующейся при сгорании различных видов древесины и других растительных остатков, также различается.

Иными словами, при попытке выявить следы компонентов рецептуры красителя следует иметь в виду, что все результаты позднейшего воздействия могут несколько изменить картину, т.е. должны учитываться в обязательном порядке⁶. В данном случае опять же будет важна представительность выборки, а количество проб должно, в идеале, определяться спецификой и сложностью археологического объекта (например, если пигмент уже был использован и проба взята из погребения либо из прослойки пола жилой постройки).

Рассматриваемая в данной статье выборка охватывает значительную территорию, что, несомненно, сыграло положительную роль при сопоставлении образцов. Тем не менее необходимо признать, что многие проанализированные пробы были взяты достаточно давно, иногда — без четкой пространственной привязки внутри объектов. В большинстве случаев пробы пигментов не сопровождалась забором фоновых почв и возможных источников сырья и не всегда брались в достаточном количестве. Это заметно сократило объем доступных для анализа данных по отдельным комплексам. Наиболее полными оказались образцы, собранные в ходе полевых исследований в течение последних пяти лет, в том числе специально для проведения данной работы.

Результаты элементного анализа представлены в таблицах (табл. 3–6). Образцы рассматривались индивидуально, затем группировались в соответствии с географическим расположением, а также хронологической, культурной и функциональной атрибуцией памятников, с которых они были взяты. Сформированные группы сопоставлялись между собой и с образцами различных видов сырья с тех же территорий.

⁶ При попытке оценить «избыточное» присутствие того или иного элемента следует учитывать, что в кислых почвах Западной Сибири, вынос многих элементов из почвенного профиля происходит весьма активно. В некоторых случаях маркеры исчезнут полностью, в некоторых их количество будет лишь незначительно превышать показатели фоновых почв [Величко, 2006]. Чтобы в общих чертах оценить вероятную степень воздействия этого фактора, стоит, по возможности, иметь в виду особенности гидрорежима территории, а также его специфики в условиях микрорельефа конкретного памятника и объекта (происходит ли накопление и застаивание атмосферных вод, близко ли залегают воды грунтовые и т.д.).

Таблица 3

Элементный состав конкреций лимонита и пигмента, полученного при раскопках археологических памятников на территории урочища Барсова Гора Сургутского р-на Тюменской обл. ХМАО — Югры (масс. %)

Образец/ элемент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Si	66,01	64,72	67,28	9,74	34,13	31,30	12,11	49,46	31,69	61,52	50,31	23,10	14,80	35,99	8,98	2,27
Fe	20,39	23,19	21,71	80,17	41,66	58,44	21,09	35,33	54,63	21,21	30,18	60,60	71,50	49,92	67,55	88,99
Mn	0,52	0,31	0,21	0,77	0,77	0,64	0,24	0,92	1,15	0,38	0,91	0,59	0,44	0,57	0,98	0,33
Cr	0,15	0,04	0,04	0,43	0,99	0,39	0,98	0,04	0,09	0,03	0,05	0,08	0,20	0,22	1,14	0,21
Ti	1,74	1,57	1,63	0,76	2,37	2,55	0,74	1,31	2,73	2,97	2,35	2,42	2,56	1,04	3,51	0,61
Ca	2,11	1,53	1,34	0,62	1,46	1,70	2,42	2,47	1,58	2,86	3,02	2,96	3,55	0,96	14,12	—
K	4,83	4,34	4,39	0,80	3,07	3,64	57,31	5,30	3,82	6,36	6,94	4,24	2,79	2,33	1,06	3,36
V	—	—	—	0,08	—	—	0,21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ni	0,03	0,05	0,03	1,45	1,01	0,49	1,51	—	0,03	0,01	0,02	0,02	0,20	—	0,51	0,15
Sr	0,38	0,56	0,50	0,25	0,30	0,17	0,36	0,32	0,22	0,16	0,26	0,08	0,11	0,14	0,05	—
Br	—	—	—	0,38	0,13	0,06	0,52	—	0,04	0,003	0,01	—	0,03	—	0,10	0,02
Cu	0,01	0,02	0,00	—	0,36	0,15	0,40	—	0,04	0,03	0,02	0,02	0,07	0,01	0,10	0,06
P	—	—	—	—	2,34	—	—	0,85	0,96	0,25	0,56	—	—	0,79	—	—
Al	3,55	3,18	2,50	—	10,65	—	—	3,78	2,62	4,03	5,13	3,94	2,77	8,11	1,76	0,53
Rb	0,17	0,30	0,23	0,18	0,19	0,12	0,28	0,06	0,13	0,06	0,10	0,02	0,04	0,12	—	0,02
Zr	—	—	—	4,37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pb	0,04	0,09	0,06	—	0,29	0,13	0,47	0,06	0,07	0,03	0,04	—	—	0,62	—	0,04
As	—	—	—	—	0,11	—	0,14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Y	—	—	—	—	—	0,20	—	—	0,03	0,01	0,004	—	—	—	—	—
Cl	—	—	—	—	—	—	0,99	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ga	—	—	—	—	—	—	—	0,01	0,02	0,01	0,01	—	—	—	—	—
Zn	0,07	0,10	0,07	—	0,21	—	0,22	0,09	0,17	0,06	0,07	0,29	0,14	0,05	0,13	0,20

Таблица 4

Элементный состав органо-минеральных почвенных новообразований (ортштейнов, ортзанда) и пигмента, полученного при раскопках пам. Чепкуль 21А (Тюменский р-н Тюменской обл.) и с прилегающей территории (масс. %)

Образец/ элемент	17	18	19	20	21	22	23
Si	7,77	11,12	72,93	64,03	34,61	—	12,30
Fe	42,21	79,42	12,08	14,05	30,63	75,91	64,06
Mn	5,75	1,64	0,24	0,52	20,58	1,28	2,52
Cr	0,30	0,44	0,35	0,76	0,36	0,35	0,56
Ti	0,50	0,91	1,84	0,76	0,77	0,72	0,79
Ca	0,97	0,97	3,60	5,79	2,15	—	1,50
K	0,98	1,10	5,39	6,74	5,47	0,81	4,51
V	—	0,32	0,39	0,12	0,30	—	0,33
Ni	11,83	2,62	1,30	1,59	2,63	2,34	3,50
Sr	9,07	0,11	0,64	0,41	0,10	—	0,46
Br	7,66	0,16	0,15	0,21	0,40	—	0,49
Cu	6,55	0,65	—	—	0,48	—	0,81
P	1,92	—	—	—	—	2,32	8,17
Al	3,88	—	—	—	—	—	—
Cl	0,60	0,55	1,09	5,03	0,62	—	—
S	—	—	—	—	—	11,69	—

Изначально мы не ставили цели сопоставления узлокальных выборок для решения конкретных вопросов (зачастую для этого не хватало фоновых образцов). Работа строилась на сопоставлении качественного и количественного элементного состава проб в пределах и на уровне районов: при таком подходе некоторые недостатки локальных выборок нередко нивелировались или восполнялись за счет массовости материала и возможности привлекать усредненные справочные данные по рудам и почвам.

Для двух территорий — урочища Барсова Гора (Сургутский р-н Тюменской обл. ХМАО — Югры) и окрестностей памятника Чепкуль 21А (Тюменский р-н Тюменской обл.) — были собраны представительные выборки образцов «археологической» охры и возможного сырья для изготовления охристого пигмента (конкреции лимонита, ортштейны⁷). Сопоставительный анализ выявил близкий как качественный, так и количественный элементный состав сырья (лимонита) и охры в

⁷ Сравнение имеющихся образцов ожелезненного песка, ортзанда, ожелезненной глины и лимонита показало, что если в песке и ортзанде содержание железа значительно меньше, чем в лимоните, то в глине количество железа находится примерно на том же уровне. Тем не менее для образцов с территории таежной зоны Западной Сибири, где выходы глины редки, при содержании железа в образце более 60 % можно предполагать в качестве сырья железную руду. В случае наличия в образце охры примеси песка ответ уже не может быть столь однозначным. По другим элементам значимых различий, позволяющих диагностировать вид исходного сырья, пока не выявлено.

пределах каждого из указанных районов и значимые различия между образцами с разных территорий. Если сравнивать эти два района между собой, то исходя из собранных данных в качестве маркерных элементов, характерных для памятника Чепкуль 21А, можно отметить ванадий (V), а для памятников и образцов сырья из урочища Барсова Гора — рубидий (Rb) и цинк (Zn). Данная закономерность прослеживается абсолютно по всем образцам двух районов.

Таблица 5

Элементный состав органо-минеральных почвенных новообразований (ортштейнов, ортзанда) и пигмента, полученного при раскопках археологических памятников на территории ХМАО — Югры (Сургутский, Нижневартовский, Нефтеюганский, Советский р-ны Тюменской обл.) и Надымского р-на ЯНАО (масс. %)

Образец/элемент	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Si	79,37	72,52	63,31	11,33	—	73,21	48,96	45,64	43,51	58,56	60,41	55,07	36,16
Fe	10,83	19,03	16,19	85,26	84,64	14,62	35,14	37,99	38,92	26,50	21,41	35,24	46,29
Mn	0,036	0,08	0,08	0,72	0,09	0,19	0,15	0,15	0,152	0,16	0,29	0,15	0,07
Cr	0,012	—	0,02	0,05	0,08	0,04	0,17	0,07	0,176	0,08	—	0,13	0,08
Ti	1,38	0,86	1,89	0,26	1,64	3,68	2,87	2,87	4,25	3,11	1,96	1,36	2,11
Ca	0,79	0,41	1,78	0,22	1,71	0,93	3,58	4,23	1,45	1,95	9,01	0,25	0,34
K	4,89	2,64	11,08	1,09	3,39	4,03	5,09	4,38	5,498	5,27	5,67	3,79	7,33
V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ni	0,04	0,05	0,03	—	0,02	0,04	—	—	0,07	—	—	0,03	0,06
Sr	0,29	0,40	0,45	0,01	0,23	0,31	0,43	0,28	1,56	0,53	0,27	0,23	0,27
Br	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cu	—	0,012	0,004	0,01	0,04	0,02	0,02	0,01	0,342	0,43	0,01	0,004	0,01
P	—	—	0,20	0,95	3,35	0,43	—	0,54	0,212	—	—	—	—
Al	2,22	3,69	4,70	0,07	4,44	2,34	3,35	3,11	2,424	2,52	0,73	3,49	6,88
Rb	0,13	0,24	0,19	0,01	0,16	0,12	0,15	0,13	1,216	0,20	0,15	0,14	0,22
Zr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pb	—	0,022	0,06	—	0,09	0,04	0,052	0,04	—	0,21	—	0,08	0,10
As	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Y	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cl	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ga	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zn	—	0,03	0,01	0,02	0,13	0,01	0,04	0,56	0,17	0,06	0,08	0,05	0,08
S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 6

Элементный состав природной ожелезненной глины и пигмента, полученного при раскопках археологических памятников на территории Среднего Зауралья (Свердловская обл.), на территории г. Салехарда и Приуральяского р-на ЯНАО (масс. %)

Образец/элемент	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Si	1,12	17,52	0,98	16,57	11,49	7,37	4,86	28,22	28,79
Fe	96,38	69,66	96,66	69,79	74,68	69,00	61,38	16,53	52,54
Mn	0,14	0,06	0,12	1,21	2,01	2,40	2,69	4,78	0,58
Cr	0,06	0,05	0,19	0,30	0,04	0,02	0,02	0,11	0,07
Ti	0,51	3,58	0,17	3,11	1,00	0,69	0,19	1,44	1,71
Ca	0,42	0,49	0,96	1,25	6,85	15,78	25,16	38,21	8,52
K	0,11	0,14	0,11	0,44	1,57	1,22	0,85	6,35	4,53
V	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ni	0,06	—	—	0,12	—	0,01	0,02	0,05	0,03
Sr	—	—	—	0,01	0,22	0,36	0,49	0,80	0,35
Br	—	—	—	—	—	—	0,01	—	—
Cu	—	0,05	0,05	0,10	0,05	0,13	0,09	0,07	0,02
P	0,99	0,62	0,70	0,39	1,05	2,26	3,22	1,18	1,13
Al	0,12	7,62	—	6,57	0,66	0,25	0,43	1,15	1,77
Rb	—	—	—	0,01	0,03	0,02	0,02	0,24	0,10
Zr	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pb	0,01	0,04	—	0,01	0,02	0,06	0,05	0,03	0,05
As	—	0,05	—	—	—	—	—	—	—
Y	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cl	0,05	—	—	0,04	—	—	—	—	—
Ga	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zn	0,03	0,03	0,03	0,08	0,25	0,44	0,36	0,84	0,13
S	—	—	—	—	0,09	—	0,21	—	—

Элементный анализ археологической охры: методика и возможности применения...

В то же время если мы несколько расширим рассматриваемую выборку, то увидим, что характерные для урочища Барсова Гора элементы можно встретить и в образцах с других, территориально более удаленных памятников, расположенных в зоне средней и северной тайги, а также горно-лесного Зауралья. Так, рубидий и цинк отмечены не только в пробах с сел. Ультипьягун 2 (тот же Сургутский р-н Тюменской обл. ХМАО — Югры), но и в пробах с пос. Ет-то I (Надымский р-н ЯНАО), мог. Зеленый Яр (Приуральский р-н ЯНАО) или даже пам. Шайтанское Озеро I (Кировградский р-н Свердловской обл.). Иными словами, маркируя различия между удаленными и принципиально различающимися регионами, выявленные элементы не позволяют нам дифференцировать материал внутри них. При некоторых количественных колебаниях отмеченные элементы присутствуют почти во всех рассмотренных образцах.

В то же время были зафиксированы элементы, имеющие, напротив, очень точную пространственную привязку. Первый пример — наличие галлия (Ga) в пробах, происходящих с единственного объекта сел. Барсова Гора II/42 (мы вернемся к ним чуть позже). Второй пример — образец № 21 (табл. 4) с пам. Чепкуль 21А, заметно отличающийся повышенным содержанием марганца (Mn). Отметим, что последнее отличие имеет совершенно иную природу: судя по массовой доле марганца в образце, его присутствие отражает не специфику местной железной руды, а использование древним населением в качестве сырья для пигментов руды марганцевой. Визуально отобранный на анализ образец выделялся незначительно и для специалиста-археолога вполне подпадал под определение «охристого пигмента». Осознавали ли древние обитатели поселения специфику одного конкретного «камня» по сравнению с прочим сырьем, остается только гадать, однако сам факт присутствия такого образца любопытен.

Мы ожидали обнаружить достаточно явное и четкое различие между западно-сибирскими и уральскими образцами, возможно даже, принципиальную разницу в использовавшемся сырье. Наши априорные ожидания исходили во многом из современных представлений об охре как таковой⁸. Выше мы уже отметили широту и длительную историю формирования современного термина «охра». Не приходится сомневаться, что его применение к рассматриваемым образцам — это выбор современного исследователя, тем не менее нельзя не констатировать, что для всех территорий, где позволяет сырьевая база, под природными минеральными (железистыми) пигментами понимается прежде всего ожелезненная глина. В историческое время этот момент можно было бы приписать единым традициям (например, в русских средневековых письменных источниках «вохра» упоминается чаще всего в связи с пришедшей на Русь иконописью, обладавшей своими устоявшимися канонами, в том числе требованиями к краскам⁹). Однако обнаружение «глинистых» красителей, так называемой силикатной охры (природной либо приготовленной путем введения в состав красителя алюмосиликатов), на археологических памятниках [Балабина и др., 1991], в том числе на территории Южного и Среднего Урала [Пахунов и др., 2015], позволяет предполагать внимание к ожелезненным глинам (и глинам в целом) в качестве некой естественной и общей тенденции.

На территории Среднего Урала, почвы которого характеризуются зачастую более тяжелым (по сравнению с почвами Западной Сибири) механическим составом, доступные для открытой добычи выходы глины (в том числе ожелезненной) уже не столь редки. Тем не менее эти ожидания пока не оправдались. Предварительно можно сделать вывод, что, судя по проанализированным образцам, для изготовления охры не могла использоваться ожелезненная глина: в них фикси-

⁸ См., например, следующие определения. Охра — природная желтая или красная краска (содержащая обожженные глинистые частицы) [Большой толковый словарь..., 1998].

Охра — желтая природная минеральная краска (группа железистоокисных) в виде руды или землистого вещества. Состоит главным образом из глины, богатой окислами Fe₂O₃ (15 % и выше), MnO₂, гидроокислами железа и марганца [Геологический словарь, 1955, с. 112].

Охры относятся к группе природных пигментов, состоящих из глинистых веществ, окрашенных окислами и гидратами окислов железа. Кроме указанных главных составных частей, определяющих основные свойства пигмента, в охрах содержится песок, окись марганца, углекислый кальций и магний, а также органические вещества. Охры часто залегают на поверхности земли, и их добыча состоит в том, что снимается верхний слой почвы и охры добываются ручной копкой. Добытое сырье подвергается мокрому отмучиванию. Охры обладают большой светостойкостью и стойкостью к действию щелочей, в кислотах частично растворяются, поэтому они применяются во всех видах живописи. Укрывистость и цвет охр зависят от количества окислов железа и дисперсности пигмента [Лентовский, 1949].

⁹ См., например: «Термин охра — один из наиболее известных в литературе. Охра постоянно встречается в списках красок, запрашиваемых мастерами для работы над иконами: “вохры цареградские 5 пуд., вохры немецкие 12 пуд., вохры слизухи 8 пуд.”... Охра использовалась как основной компонент для “лицевого письма” (написания лиц, рук), одежд, фона, а также для приготовления других красок» [Кузнецова, 1977].

руется слишком малое содержание алюминия относительно железа и других элементов. Возможно, сказывается специфика источника: рассматривая подсыпки, порошковидные красители, мы изначально акцентируем внимание лишь на одной форме бытования пигмента (нельзя исключать использование различных красителей в разных целях). С другой стороны, изученная выборка предельно мала — всего четыре образца — и, несомненно, нуждается в пополнении. В то же время в двух из четырех данных образцов (в пробе охры с пам. Шайтанское Озеро I и пробе переотложенного грунта у выхода из Пещеры Туристов) крайне высоко содержание железа (96–97 %), что все-таки позволяет предположить использование какого-то другого типа сырья — возможно, более богатой болотной руды или, например, гематита.

Сопоставление образцов охры, полученных при исследовании территориально близких археологических памятников различной хронологической, культурной и функциональной атрибуции значимой разницы не выявило. При этом рассматривались поселенческие (охра из прослоек полов и межжилищного пространства), погребальные (охра из заполнения могил, а также из межмогильного пространства), культовые комплексы (охристые площадки, «дорожки» и т.д.), датированные эпохами раннего неолита — раннего железного века.

Все вышеперечисленное, однако, не означает, что элементный анализ «работает» на археологических материалах лишь в масштабе регионов. Его результаты в равной степени могут быть информативны и в контексте конкретного археологического комплекса или объекта, особенно при возможности сопоставления локальной выборки с выборкой более крупной. В качестве иллюстрации приведем пример объекта 12 селища Барсова Гора II/42, расположенного в одноименном урочище в Сургутском р-не Тюменской обл. ХМАО — Югры. В 2011 г. на территории селища было исследовано раскопками 19 объектов различной хронологической, культурной и функциональной атрибуции [Дубовцева, 2012]. Объект 12 представлял собой крупную одиночную яму подпрямоугольной формы размерами 1,85×1,5×0,4 м. По стратиграфическим наблюдениям он был предварительно датирован эпохой неолита.

Заполнение объекта 12 имело сложную ячеистую структуру (рис. 2).

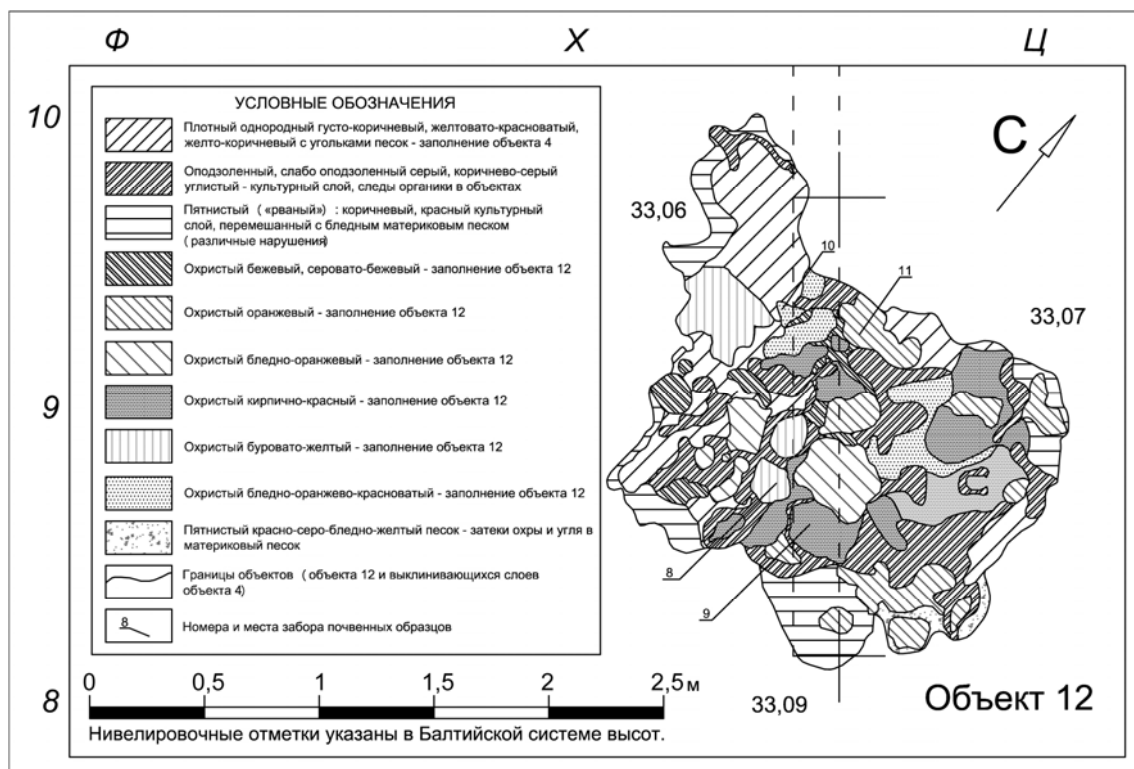


Рис. 2. Селище Барсова Гора II/42, объект 12. Участок Ф-Ц/8-10, глубина 33,15–33,05 м. Охристое заполнение ямы, номера и места забора почвенных образцов.

Элементный анализ археологической охры: методика и возможности применения...

Ячейки в плане и профиле имели овальную и округлую форму, были заполнены разноцветным охристым песком и отделялись друг от друга тонкими (1–5 см) оподзоленными углистыми прослойками. Размеры линз-ячеек составляли от 0,4 до 0,1 м. Палитра красителя включала семь основных тонов и оттенков¹⁰. На уровне придонного заполнения ямы из каждой ячейки был взят образец грунта.

С целью функциональной атрибуции объекта был проведен ряд анализов [Косинская и др., 2013]. Полученные данные позволили говорить, что образцы состоят из светлого песка, облепленного мелкодисперсными частицами охры¹¹, и что цветность образцов не коррелируется с массовым соотношением охры и песка в них. Далее методом рентгенофлуоресценции был проведен элементный анализ красителя. Установлено, что качественный элементный состав охры одинаков, а количественный состав вновь лежит в пределах естественных флуктуаций и соответственно окраска образцов не зависит от количества содержащегося в них железа. Исходя из полученных данных авторы выдвинули предположение, что сырье для изготовления охры во всех случаях могло использоваться одно и то же, а цветность пигмента связана с различными условиями термообработки (температура и время обжига, наличие восстановительных веществ в контакте с обжигаемым материалом).

После отбора и анализа образцов сырья (конкреций лимонита), а также проб с других объектов и памятников урочища Барсова Гора полученные данные были сопоставлены с элементным составом образцов из объекта 12 (табл. 3, образцы № 8–11). Результат послужил надежным доказательством того, что для изготовления цветного заполнения всех линз в яме было использовано идентичное сырье. Все образцы из объекта 12 содержат галлий (Ga), не встреченный более ни в одном рассмотренном образце. Он не выявлен среди маркерных элементов, характерных для железных руд Барсовой Горы, не зафиксирован на соседних объектах селища Барсова Гора II/42, для которых логично было бы предположить тяготение к территориально близким сырьевым источникам. Очевидно, для изготовления пигментов объекта 12 использовалась руда, взятая буквально в одной точке, в которой наблюдался локальный всплеск редкого химического элемента. Это, в свою очередь, позволяет предполагать, что сырье для всех пигментов было получено практически единовременно либо в весьма краткий временной период — для создания комплекса ямы 12. Единство сырья при цветовой разнообразии заполнения ямы подтверждает также высказанное ранее предположение о различии режимов обжига, иными словами — о сознательном и целенаправленном изготовлении пигмента разных цветов и оттенков.

Сложно судить, создавался ли данный комплекс для решения одной конкретной задачи либо должен был служить долгое время, актуализируясь от случая к случаю, и каков был его характер. Мы, однако, можем говорить, что объект 12 — это комплекс, созданный за достаточно короткий промежуток времени, осознанно и целенаправленно. При этом цвет полученных смесей (судя по поддержанию различных режимов обжига для каждого пигмента) являлся отнюдь не случайной, а важной и, возможно, определяющей их характеристикой. Это заставляет по-новому взглянуть на объект 12, исключает его трактовку, например, как обжиговой ямы, а также интерпретацию скопления окрашенных песчаных смесей как наполнителя для композитного клея, вещества для консервации продуктов либо хранения и обработки кож [Wadley, 2005]. Очевидно, что полученные смеси были важны прежде всего благодаря цветовой дифференциации, может быть, именно как «краски» в современном понимании.

Завершая эту небольшую зарисовку, хотелось бы отметить момент, сыгравший важную роль в обосновании «неслучайности» присутствия галлия в образцах, — достаточное для анализов и интерпретации количество собранных проб. Поскольку исследователи в ходе полевых работ стремились максимально полно документировать объект и получить пробу из линзы каждого оттенка, с одного горизонта (придонное заполнение ямы) было взято 18 почвенных образцов.

Выводы

Проведенные работы демонстрируют ряд возможностей применения рентгенофлуоресцентной спектроскопии для элементного анализа сыпучих композитных образцов, какими не-

¹⁰ Ярко- и бледно-оранжевый, красно-оранжевый, бледный оранжево-красноватый, кирпично-красный, буровато-желтый, бежевый. Определение цветности слоев производилось визуально художницей И.Е. Лебедевой сразу после вскрытия и зачистки горизонта.

¹¹ Микроскопический анализ почвенных образцов производился на микроскопе Olympus BX-51 при увеличении 50, 100 в проходящем и отраженном свете.

редко являются собранные в ходе полевых археологических исследований пробы минеральных охристых пигментов. Это тем более важно, что в настоящее время данный метод признан оптимальным для решения задач элементного анализа в рамках археологии, геоархеологии и ряда других дисциплин, однако используется в этой сфере преимущественно на артефактах из металла и камня. Значимыми и информативными представляются, на наш взгляд, и наблюдения, касающиеся специфики пробозабора и подготовки сыпучих композитных образцов, с учетом особенностей вмещающих археологических объектов и вопросов, которые ставит исследователь-гуманитарий. Перечисленные методические моменты, а также осознание интерпретационных возможностей рентгенофлуоресцентной спектроскопии могут послужить основанием для формирования корректной и достаточной выборки образцов, не только пригодной для решения текущих исследовательских задач, но и сохраняющей актуальность на более отдаленную научную перспективу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Источники

Дубовцева Е.Н. Отчет о НИР. Археологические спасательные работы (раскопки) селища Барсова Гора II/42 в Сургутском районе ХМАО — Югры в 2011 г. Т. I: Текст отчета. Сургут, 2012 // БИИКФ Сургутского р-на. Ф. Р-4. Оп. 1. Д. 513.

Литература

- Большой толковый словарь русского языка / Гл. ред. С.А. Кузнецов. 1-е изд. СПб.: Норинт, 1998. 1536 с.
- Геологический словарь / Под общей ред. А.Н. Криштофовича. М.: Госгеолтехиздат, 1955. Т. 2. С. 112.
- Грешников Э.А. Вопросы изучения состава пигментов методами естественных наук // Тр. IV (XX) Всерос. археол. съезда в Казани. Казань: Отечество, 2014. Т. 4. С. 12–14.
- Балабина В.И., Борисенко Л.А., Яхонтова Л.К. Исследование охр из погребений эпохи бронзы в низовьях Дона // СА. 1991. № 1. С. 154–166.
- Величко Т.Ю. Почвы и культурные слои // Поселение Быстрый Кульеган 66: Памятник эпохи неолита Сургутского Приобья / Под ред. Л.Л. Косинской и А.Я. Труфанова. Екатеринбург, Сургут: Урал. изд-во, 2006. С. 47–52.
- Лентовский А.М. Технология живописных материалов. М.: Искусство, 1949. 220 с.
- Пахунов А.С., Житенев А.С. Результаты естественнонаучных исследований скопления красочной массы: Новые данные о рецептуре изготовления красок в Каповой пещере // Stratum plus. Археология и культурная антропология. Кишинев: Выш. антропол. шк., 2015. № 1. С. 125–135.
- Пахунов А.С., Житенев А.С., Брандт Н.Н., Чикишев А.Ю. Предварительные результаты комплексного исследования красочных пигментов настенных изображений Каповой пещеры // Вестн. археологии, антропологии и этнографии. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2014. № 4 (27). С. 4–15 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.ipdn.ru/rics/va>.
- Широков В.Н., Дубровский Д.К., Суриков В.Т., Киселева Д.В., Петрищева В.Г. Наскальные изображения Среднего и Южного Урала: Микроэлементный состав образцов древних красок // УИВ. Екатеринбург: Изд-во ИИА УрО РАН, 2014. № 1 (42). С. 100–111.
- Косинская Л.Л., Остроушко А.А., Тонкушина М.О., Юдина Е.А., Кулеш Н.А. «Этюд в багровых тонах», или Опыт комплексного анализа уникального объекта («хранилища охры») селища Барсова Гора II/42 // Западная Сибирь в академических и музейных исследованиях: Материалы Третьей науч.-практ. конф., г. Сургут, 26–29 ноябр. 2013 г.: В 2 ч. Ч. 1. Сургут: Изд.-полиграф. комплекс, 2013. С. 88–96.
- Кузнецова Л.В. О пигментах древнерусской темперной живописи // Художественное наследие. Хранение, исследование, реставрация. М., 1977. № 3 (33). С. 63–82.
- Сериков Ю.Б. Краски и цвет в ритуалах древности // Очерки по первобытному искусству Урала. Ниж. Тагил: Издат. центр НТГСПА, 2014. С. 141–159.
- Усачева И.В., Ларина Н.С. Цветные почвы неолитического ритуального комплекса Чепкуль 21А: Состав и происхождение // Тр. III (XIX) Всерос. археол. съезда. Вел. Новгород — Старая Русса. СПб.; М.; Вел. Новгород: Изд-во ИИМК РАН, 2011. Т. I. С. 199–200.
- Химическая энциклопедия / Под ред. И.Л. Кнунянца. М.: Сов. энцикл., 1988. Т. 1. 625 с.
- Чернуруков Н.Г., Нипрук О.В. Теория и практика рентгенофлуоресцентного анализа: Электрон. учеб.-метод. пособие. Ниж. Новгород: Изд-во Нижегородского ун-та, 2012. 57 с [Электрон. ресурс]. Режим доступа: www.unn.ru/books/met_files/RFA.pdf.
- Wadley L. Putting ochre to the test: Replication studies of adhesives that may have been used for hafting tools in the Middle Stone Age // Journ. of Human Evolution. 49 (2005). P. 587–601.
- X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology / M.S. Shackley (ed.). N. Y.: Springer Science+Business Media, LLC, 2011. P. 7–44.

E.A. Iudina, M.O. Tonkushina, N.A. Kulesh, A.A. Ostroushko

Ural Federal University
Lenina prospect, 51, Ekaterinburg, 620083, Russian Federation
E-mail: kveten@gmail.com
Kuibysheva st., 48, Ekaterinburg, 620026, Russian Federation
E-mail: rita-zar@yandex.ru;
nikita.kulesh@urfu.ru;
alexander.ostroushko@urfu.ru

**ELEMENTAL ANALYSIS OF ARCHAEOLOGICAL OCHRE: METHOD AND POSSIBILITIES
OF X-RAY FLUORESCENCE SPECTROSCOPY
(based on materials of Neolithic and Aeneolithic sites of the Middle Trans-Urals
and Western Siberia)**

The article is dedicated to methodological aspects of the elemental analysis (X-ray fluorescence spectroscopy) of a natural mineral pigment — ochre. We chose oxide ochre obtained from the Neolithic and Aeneolithic sites of the taiga zone of Western Siberia and the Middle Urals (the end of VI — III millennium BC) as a source base. The questions of selection and preparation of archaeological samples, and of interpretive capabilities of the chosen approach are discussed in the article.

Key words: oxide ochre, natural mineral pigments, Neolithic Age, Aeneolithic Age, Western Siberia, Middle Trans-Urals, elemental analysis, XRF spectroscopy.

DOI: 10.20874/2071-0437-2016-34-3-021-034

REFERENCES

- Balabina V.I., Borisenok L.A., Iakhontova L.K., 1991. Issledovanie okhr iz pogrebenii epokhi bronzy v nizov'akh Dona [Research of ochre from the burials of the Bronze Age in the lower reaches of the Don]. *Sovetskaya arkheologiya*, no. 1, pp. 154–166.
- Chernorukov N.G., Nipruk O.V., 2012. *Teoriya i praktika rentgenofluorescentnogo analiza* [Theory and practice of X-Ray Fluorescence Analysis]: Elektronnoe uchebno-metodicheskoe posobie, Nizhnii Novgorod: Izdatel'stvo Nizhegorodskogo gosuniversiteta, 57 p., available at: www.unn.ru/books/met_files/RFA.pdf.
- Greshnikov E.A., 2014. Voprosy izucheniia sostava pigmentov metodami estestvennykh nauk [Study of the composition of pigments by methods of the natural sciences]. *Trudy IV (XX) Vserossiiskogo arkheologicheskogo s"ezda v Kazani*, vol. 4, Kazan: Otechestvo, pp. 12–14.
- Knuniants I.L., 1988, (ed.). *Khimicheskaya entsiklopediya* [Chemical Encyclopedia], vol. 1, Moscow: Sovetskaya entsiklopediya, 625 p.
- Kosinskaya L.L., Ostroushko A.A., Tonkushina M.O., Iudina E.A., Kulesh N.A., 2013. «Etiud v bagrovyykh tonakh», ili Opyt kompleksnogo analiza unikal'nogo ob"ekta («khranilishcha okhry») selishcha Barsova Gora II/42 [«Study in Scarlet» or Example of a comprehensive analysis of the unique object («ochre's storage») at the settlement Barsova Gora II/42]. *Zapadnaya Sibir' v akademicheskikh i muzeinykh issledovaniyakh: Materialy tret'ei nauchno-prakticheskoi konferentsii, gorod Surgut, 26–29 noiabria 2013 goda*, vol. 1, Surgut: Izdatel'skopoligraficheskii kompleks, pp. 88–96.
- Krishtofovich A.N., 1955, (ed.). *Geologicheskii slovar'* [Geological dictionary], vol. 2, Moscow: Gosgeoltekhizdat, p. 112.
- Kuznetsov S.A., 1998, (ed.). *Bol'shoi tolkovyi slovar' russkogo iazyka* [Great Dictionary of the Russian language], St. Petersburg: Norint, 1536 p.
- Kuznetsova L.V., 1977. O pigmentakh drevnerusskoi tempornoj zhivopisi [About pigments in ancient Russian tempera painting]. *Khudozhestvennoe nasledie. Khranenie, issledovanie, restavratsiya*, no. 3 (33), pp. 63–82.
- Lentovskii A.M., 1949. *Tekhnologiya zhivopisnykh materialov* [Technology of painting materials], Moscow: Iskusstvo, 220 p.
- Pakhunov A.S., Zhitenev A.S., 2015. Rezultaty estestvennonauchnykh issledovaniy skopleniya krasochnoi massy: Novye dannye o retsepture izgotovleniya krasok v Kapovoi peshchere [The results of natural science research of coloring mass: New data on the composition of paints in the Kapova cave]. *Stratum plus. Arkheologiya i kul'turnaia antropologiya*, no. 1, Kishinev: Izdatel'stvo universiteta «Vysshaya antropologicheskaya shkola», pp. 125–135.
- Pakhunov A.S., Zhitenev A.S., Brandt N.N., Chikishev A.I., 2014. Predvaritel'nye rezultaty kompleksnogo issledovaniya krasochnykh pigmentov nastennykh izobrazhenii Kapovoi peshchery [Preliminary results of a comprehensive study of the coloring pigments from the murals of the Kapova cave]. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii*, no. 4 (27), pp. 4–15, available at: <http://www.ipdn.ru/rics/va>.
- Serikov Iu.B., 2014. Kraski i tsvet v ritualakh drevnosti [Paints and color in ancient rituals]. *Ocherki po pervobytnomu iskusstvu Urala*, Nizhnii Tagil: Izdatel'skii tsentr NTGSPA, pp. 141–159.
- Shackley M.S., 2011, (ed.). *X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology*, New York: Springer Science+Business Media, LLC, pp. 7–44.

Е.А. Юдина, М.О. Тонкушина, Н.А. Кулеш, А.А. Остроушко

Shirokov V.N., Dubrovskii D.K., Surikov V.T., Kiseleva D.V., Petrishcheva V.G., 2014. Naskal'nye izobrazheniia Srednego i luzhnogo Urala: Mikroelementnyi sostav obraztsov drevnikh krasok [Rock Art of the Middle and Southern Urals: The trace element composition of the samples of ancient colors]. *Ural'skii istoricheskii vestnik*, no. 1 (42), pp. 100–111.

Usacheva I.V., Larina N.S., 2011. Tsvetnye pochvy neoliticheskogo ritual'nogo kompleksa Chepkul' 21A: Sostav i proiskhozhdenie [Colored soil of the Neolithic ritual complex Chepkul' 21A: Composition and origin]. *Trudy III (XIX) Vserossiiskogo arkhelogicheskogo s"ezda, Velikii Novgorod — Staraia Russa*, vol. 1, St. Petersburg; Moscow; Velikii Novgorod: Izdatel'stvo IIMK RAN, pp. 199–200.

Velichko T.Iu., 2006. Pochvy i kul'turnye sloi [Soils and cultural layers]. *Poselenie Bystryi Kul'egan 66: Pamiatnik epokhi neolita Surgutskogo Priob'ia*, Ekaterinburg; Surgut: Ural'skoe izdatel'stvo, pp. 47–52.

Wadley L., 2005. Putting ochre to the test: replication studies of adhesives that may have been used for hafting tools in the Middle Stone Age. *Journal of Human Evolution*, no. 49, pp. 587–601.