УДК 543.42.061, 39

DOI: 10.15372/KhUR2022421

EDN: GOPDEK

Исследование домотканых культовых предметов хантов и манси конца XVIII века физико-химическими методами

Е. В. КАРПОВА[1], Ю. С. СОТНИКОВА[1,2], А. В. ЛАСТОВКА[1,2], А. В. БАУЛО[3], И. В. САЛЬНИКОВА[3]

[1]Новосибирский институт органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН, Новосибирск (Россия)

E-mail: karpovae@nioch.nsc.ru

[2]Новосибирский государственный университет, Новосибирск (Россия)

[3]Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск (Россия)

Аннотация

Изложены результаты междисциплинарного исследования уникальных культовых предметов обских угров, обнаруженных в ходе экспедиционных работ в Березовском районе Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Первый предмет представляет собой головной платок, являющийся жертвенным даром мансийскому божеству Мис-нэ (Лесная женщина), второй – фрагмент одежды фигуры *иттармы*. Третий предмет (головной платок) не имел вышивки, но его часть была сделана из ткани ручной работы. Артефакты использовались в обрядовой практике северных групп обских угров и, вероятно, были привозными, поскольку искусство вышивки и навыки ручного ткачества бытовало в XVIII–XIX вв. только у южных групп хантов и манси. Проведены анализ волокон и идентификация красителей вышивки и декора для изделий ручного ткачества рубежа XVIII–XIX вв. При изучении образцов использованы методы ИК-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии и высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектированием. В результате определена растительная структура полотна изделий (предположительно, крапивное полотно) и состав красителей и пигментов декора.

Ключевые слова: древний текстиль, высокоэффективная жидкостная хроматография, ИК-спектроскопия, сканирующая электронная микроскопия, обские угры

ВВЕДЕНИЕ

В 2021 г. во время экспедиционных работ Приполярного этнографического отряда Института археологии и этнографии СО РАН (Новосибирск) в Березовском районе Ханты-Мансийского автономного округа – Югры были найдены культовые предметы, изготовленные традиционным для XVIII в. способом из тканей ручного ткачества с вышивкой.

Проживающие здесь манси и ханты применяют различные ткани при оформлении фигур своих божеств и изготовлении жертвенных предметов. В современной практике для этого используются в основном покупные ткани, в то время как в XVIII–XIX вв. одежды шили сами носители культуры, используя для этого крапивные или шерстяные нити. Находки предметов домотканного производства обских угров в настоящее время явление единичное, поскольку данное ремесло остановилось на рубеже XIX–XX вв. Последние подобные предметы поступили в сибирские музеи не позже 1930-х гг. Эти факты свидетельствуют об уникальности вновь найденных предметов и необходимости их комплексного изучения современными междисцип-

© Карпова Е. В., Сотникова Ю. С., Ластовка А. В., Бауло А. В., Сальникова И. В., 2022

линарными методами. Цель настоящего исследования – анализ волокон и идентификация красителей вышивки, что поможет более точно определить технологию изготовления одежды обскими уграми в конце XVIII – начале XIX вв.

Для характеристики состава был принят мультианалитический подход, который включал использование методов инфракрасной (ИК) спектроскопии с преобразованием Фурье, сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодноматричным детектированием (ВЭЖХ-ДМД).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Материалы

Вновь найденные предметы представляют собой: головной платок, принесенный в дар мансийскому божеству Мис-нэ (Лесной женщине); часть одежды фигуры *иттармы* (временное вместилище души умершего человека) и платок из состава одежд семейного духа-покровителя. Предположительно ткань всех изделий была соткана в конце XVIII в. представителями южных групп хантов или манси (рис. 1).

Сохранность текстиля платка (см. рис. 1, *а*, инвентарный номер 75) ветхая, на ткани много порывов, видно выцветание вышивки. Платок прямоугольной формы, его центральная часть изготовлена из домотканого полотна. Орнамент геометрический. Чередуются коричневые и красные ромбы. Внутри них вышита фигура в виде креста, лучи и сердцевину которого образуют ромбы меньших размеров. Края платка оформлены широкой полосой ткани фабричного производства – каймой, отороченной бахромой из крученых ниток. Для платка была использована специально сотканная ткань, украшенная вышивкой в технике ханда ханчь (хант.) – мелкие стежки по контуру рисунка.

Второе изделие (см. рис. 1, *б*, инвентарный номер 50) относится к фигуре семейного духа-покровителя березовских хантов. Скорее всего, первоначально, в конце XVIII в. (между одеждами была обнаружена серебряная монета – полуполтина 1750 г.), была изготовлена фигура *иттармы*. Ее сердцевину составляла свинцовая антропоморфная фигурка, обернутая двумя слоями ткани с ручной вышивкой. Для одеяния антропоморфной фигурки был переиспользован фрагмент рубахи или халата, возможно верхняя, плечевая часть рукава, украшенная вышивкой шерстяными нитками в технике ханда ханчь (хант.). Сюжет вышивки – ромб, внутри которого крест с четырьмя птичками по сторонам.

Третье изделие – платок от фигуры духа-покровителя (см. рис. 1, *в*, инвентарный номер 67). К тонкому шелковому платку светло-коричневого цвета фабричного производства пришита кайма, сотканная из грубых крученых ниток. По кайме нанесены полоски зеленого цвета и между ними помещен ряд “летящих птиц”. Рисунок нанесен штампом, техникой набивки. По периметру платок украшен длинной бахромой из крученых ниток.

Для всех изделий анализировали отдельно нити основы и декора. Для платка (инвентарный номер 75) анализировались нити основы, бахромы и вышивки. Для анализа фрагмента ткани, в которую была зашита антропоморфная фигурка (инвентарный номер 50), были отобраны нити основы и нити красного и синего орнамента. У третьего предмета (инвентарный номер 67) анализировались нити основы, бахромы, красители орнамента. Перечень образцов приведен в табл. 1.

В работе использовали следующие реактивы и растворители: муравьиную кислоту (квалификация “ч. д. а.”, АО Реахим, Россия), метанол для градиентной ВЭЖХ (Химмед, Россия), соляную кислоту (квалификация “х. ч.”), воду бидистиллированную.

Методы исследования

Образцы анализировали методами ИК-спектроскопии, СЭМ и ВЭЖХ-ДМД. ИК-спектроскопия и СЭМ использовались для идентификации типа волокон и степени их сохранности. Методом ВЭЖХ проводился качественный анализ красителей на нитях.

ИК-спектры нитей регистрировали в режиме нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) с помощью ИК-спектрометра Bruker Tensor 27 (Германия) с использованием приставки однократного отражения PIKE MIRacle™ с кристаллом селенида цинка, в диапазоне 4000–630 $см^{-1}$ с разрешением 4 $см^{-1}$ при 64 сканированиях.

СЭМ-изображения волокон получали с помощью сканирующего электронного микроскопа Hitachi SU1000 FlexSEM II (Япония), оснащенного энерго-дисперсионной системой AzTec One (Великобритания). Съемку проводили при ускоряющем напряжении 15 кВ в режиме низкого вакуума с детекцией обратно-рассеянных электронов.

Рис. 1. Ткани: головной платок с ромбами, манси (*а*); фрагмент одежды *иттармы*, ханты (*б*); платок для фигуры духа-покровителя, манси (*в*).

Красители экстрагировали с нитей кипячением навески образца в растворе 37 % HCl/H_2O/метанол (соотношение по объему 2 : 1 : 1 соответственно) в течение 10 мин [1]. Полученный раствор охлаждали, отделяли центрифугированием супернатант и упаривали досуха при 50 °С. Остаток растворяли в смеси метанол/муравьиная кислота (соотношение по объему 9 : 1 соответственно) и еще раз центрифугировали. Полученный раствор анализировали методом ВЭЖХ без разбавления. В работе использовали хроматограф Agilent 1100 (США) с диодно-матричным детектором на длинах волн: 255 нм (ширина полосы (ш. п.) 16 нм), 370 нм (ш. п. 60 нм), 440 нм (ш. п. 80 нм), 600 нм (ш. п. 80 нм). Разделение осуществляли на колонке Zorbax RX-C18 (4.6 × 150 мм, 5 мкм) при скорости потока 1.0 мл/мин в градиентном режиме элюирования смесью 1 % водного раствора муравьиной кислоты (А) и метанола (Б): 40 % Б 0–6 мин, 40–90 % Б 6–15 мин, 90 % Б 15–20 мин. Температура колонки – 30 °С; объем вводимой пробы – 20 мкл. Идентификацию красителей проводили с использованием спектральной базы данных природных красителей, накопленной в Новосибирском институте органической химии СО РАН,

ТАБЛИЦА 1

Перечень образцов этнографического текстиля

Шифр	Образец	Цвет
50-1	Фрагмент одежды *иттармы*. Основа	Бежевый
50-3	Фрагмент одежды *иттармы*. Рисунок по красному	Синий
50-4	Фрагмент одежды *иттармы*. Основной рисунок	Красный
67-1	Платок духа-покровителя. Бахрома	Не определен
67-2	Платок духа-покровителя. Основа с синими вкраплениями	Не определен
67-3	Платок духа-покровителя. Орнамент	Синий
75-1	Платок с ромбами. Ромб	Красный
75-2	Платок с ромбами. Бахрома	Не определен
75-3	Платок с ромбами. Ромб выгоревший	Бледно-красный
75-4	Платок с ромбами. Основа	Не определен
75-5	Платок с ромбами. Обшивка ромбов	Не определен
75-6	Платок с ромбами. Ромб коричневого цвета	Коричневый
75-7	Платок с ромбами. Ромб темно-коричневый	Темно-коричневый

путем сравнения положения пиков поглощения и их формы в спектрах обнаруженных красителей и стандартов из базы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

ИК-спектроскопия

Исходя из ИК-спектров (рис. 2), все анализируемые нити разделены на два класса – животного и растительного происхождения [2]. Для волокон животного происхождения в спектрах поглощения характерными являются полосы поглощения белков: амид I (1640 $см^{-1}$, валентное колебание связи C=O), амид II (1535 $см^{-1}$, сильно связанные колебания связей N–H и C–N) и амид III (1240 $см^{-1}$, синфазная комбинация плоскостных деформационных колебаний связей N–H и валентных колебаний связей C–N) [3]. В спектрах растительных волокон характеристичными являются полосы поглощения связей CH–OH целлюлозы: 3335 $см^{-1}$ (валентные колебания связей O–H), 2930–2850 $см^{-1}$ (валентные колебания метиленовых и метиновых связей C–H), 1480–1280 $см^{-1}$ (деформационные колебания метиленовых групп), 1156 $см^{-1}$ (валентные C–C колебания (“дыхательные”) глюкопиранозного кольца), 1105 $см^{-1}$ (валентные колебания гликозидной связи), 1052–1027 $см^{-1}$ (валентные колебания C–OH) [4, 5]. К поглощению остаточного лигнина относятся полосы 1595 и 1505 $см^{-1}$ (валентные колебания ароматического кольца) и 835 $см^{-1}$ (внеплоскостные деформационные колебания связей C–H ароматического кольца) [6]. Гемицеллюлозы, пектин определяются по полосе сложного эфира C=O при 1735 $см^{-1}$.

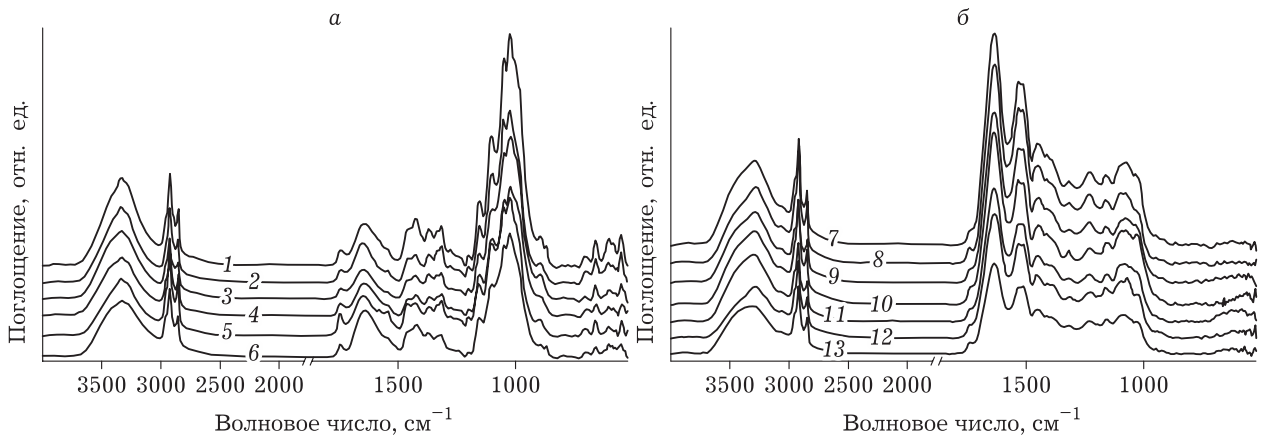

Рис. 2. ИК-НПВО-спектры нитей: *а* – растительного происхождения (*1* – образец 67-2, *2* – 75-4, *3* – 75-2, *4* – 67-1, *5* – 50-1, *6* – 67-3), *б* – белкового происхождения (*7* – 75-5, *8* – 75-7, *9* – 75-1, *10* – 75-6, *11* – 50-4, *12* – 50-3, *13* – 75-3).

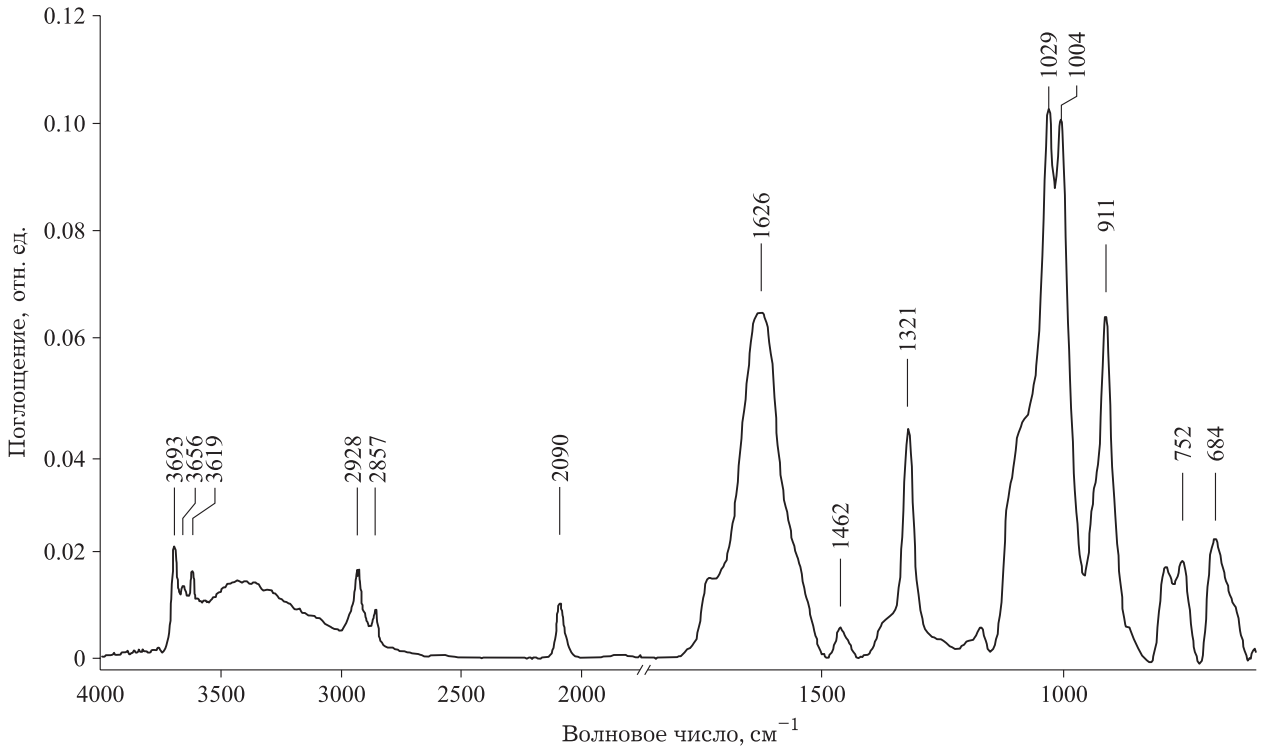

Рис. 3. ИК-НПВО-спектр зелено-синего штампа образца 67.

Полотнища *иттармы*, платка с ромбами и оба образца бахромы изготовлены из растительных волокон. В спектрах всех этих волокон отсутствуют полосы поглощения ароматических колец. Полоса карбонильной группы детектируется на 1744 см$^{-1}$ и скорее относится к загрязнению жирами. Полоса 875 см$^{-1}$ относится к колебанию карбонат-иона во включениях карбоната кальция. Эта полоса отсутствует в спектрах образцов бахромы – 67-1 и 75-2.

Для анализа синего орнамента на образце 67 был зарегистрирован ИК-НПВО-спектр штампа относительно нитей основы. В этом случае удалось избежать появления в спектре пигмента полос поглощения растительного волокна (рис. 3). Зеленовато-синий цвет штампа обусловлен пигментом “берлинская лазурь”, в ИК-спектре которого интенсивная полоса 2091 см$^{-1}$ характеризует валентное колебание C≡N связи лиганда в гексацианоферрате железа. Полосы поглощения 3693, 3656 и 3619 см$^{-1}$ (валентные колебания O–H-связей, не вовлеченных в водородную связь), 911 см$^{-1}$ (деформационные колебания связей Al–OH), 1029 см$^{-1}$ (валентное колебание связей Si–O–Si), 1004 см$^{-1}$ (валентное колебание связей Si–O–Al) свидетельствуют о присутствии в штампе каолинита [7, 8], являющегося или компонентом пигмента (связующего), или загрязнением. Полосы поглощения 1626 и 1321 см$^{-1}$ относятся к асимметричному и симметричному колебаниям карбоксилатной группы в моногидрате оксалата кальция – вевеллите [9, 10].

Обычно оксалаты кальция обнаруживаются в цветных слоях наскальной живописи [11, 12], стенах исторических зданий и статуях [13, 14], где их появление объясняется жизнедеятельностью микроорганизмов и окислительными процессами на поверхности кальцитсодержащих оснований [15, 16]. Еще один путь появления оксалатов кальция в цветных слоях – биодеградация органических связующих, использовавшихся для приготовления краски [17, 18]. Нахождение оксалатов кальция на исторических тканях растительного происхождения (как и на бумаге) в первую очередь объясняется наличием оксалатов в растениях. Кристаллы оксалата кальция встречаются в нескольких семействах высших растений, включая голосеменные и покрытосеменные. Форма, размер и количество кристаллов различаются среди таксонов, поэтому они были классифицированы на пять основных групп на основе их морфологии: призмы, друзы, стилоиды, швы и кристаллический песок. Эти кристаллы могут располагаться в определенных тканях растений, таких как эпидермис, кора, флоэма, ксилема и сердцевина [19]. Наличие оксалата кальция на волокнах являет-

ся отличительной особенностью волокон крапивы, рами, конопли и джута [20, 21]. Друзы оксалата кальция характерны для крапивы, рами и конопли, тогда как одиночные кристаллы встречаются в джуте. В волокнах льна кристаллы оксалата кальция не обнаружены [22, 23].

Пигмент "берлинская лазурь" был случайно синтезирован в 1704 г. колористом Дисбахом [24, 25]. Из-за высокой красящей способности и доступности (художники могли легко синтезировать его) пигмент вскоре стал популярным: его начали использовать еще в 1710 г. К 1730 г. производство берлинской лазури получило широкое распространение. Названная "первым современным пигментом", берлинская лазурь постепенно завоевала популярность, главным образом, как дешевая альтернатива ультрамарину. В 40-е годы XVIII столетия берлинскую лазурь начали производить в промышленных масштабах для окрашивания текстиля [26], так как с помощью нее можно было получить различные оттенки синего цвета в отличие от индиго или саксонского синего.

Сканирующая электронная микроскопия

Сканирующая электронная микроскопия позволяет визуализировать особенности строения волокон, их характеристики и определить степень деградации (рис. 4).

В образце 50 на полотнище из растительного волокна нанесена вышивка ярко-окрашенными шерстяными нитями. Красные нити (образец 50-4) имеют хорошую сохранность. Толщина нитей 13–19 мкм, есть отдельные волокна толщиной 40 мкм. Шерсть, вероятно, овечья. Ярко-синие нити (образец 50-3) имеют большой разброс по толщине – от 20 до 65 мкм. Шерсть овечья, ее сохранность хуже, чем у красных нитей – чешуйки кутикулы сильно слущены, на поверхности волокон визуализируется много неорганических загрязнений. Возможно, синие и красные нити имеют разное происхождение и возраст. Растительные волокна полотнища плоские, от 50 до 100 мкм в ширину.

Нити бахромы образца 67 отличаются от нитей, из которых выткано полотнище. Толщина нитей бахромы 13–17 мкм, нитей полотнища – от 15 до 80 мкм. Возможно, нити изготавливались в разных местах и в разное время – об этом свидетельствует и наличие карбоната кальция в полотнище изделия и его отсутствие в бахроме.

Изделие (образец 75) изготовлено из нитей разного происхождения. Полотнище изделия (образец 75-4) и бахрома (образец 75-2) изготовлены из растительных волокон, волокна плоские от 15 до 40 мкм в толщину. В отличие от волокон бахромы нити полотнища в хорошей сохранности. Волокна бахромы сильно загрязнены неорганическими солями. Нити орнамента на этом изделии – шерстяные. Нити образцов 75-1 и 75-3 похожи между собой – вероятно, овечья шерсть, основная масса волокон от 10 до 30 мкм толщиной, есть отдельные волокна до 80 мкм (грубый волос). Нити обшивки ромбов хорошей сохранности, имеют толщину от 13 до 40 мкм. Волокна образцов 75-6 и 75-7 похожи, имеют толщину от 10 до 50 мкм. В образце 75-6 помимо овечьей шерсти прослеживается волос лисы (определено по форме кутикулы).

Высокоэффективная жидкостная хроматография с диодно-матричным детектированием

Как показал анализ экстрактов (табл. 2), растительные волокна, вероятно, не были окрашены (следовые количества индиготина обнаружены только на бахроме платка духа-покровителя). В полотнищах всех изделий, изготовленных, предположительно, из крапивы, красители не были найдены. Бахрома образца 75 изготовлена из растительного волокна другой природы, в хроматограммах этого образца на длинах волн 255 и 360 нм обнаружены пики бесцветных веществ (вероятно, ароматических кислот, содержащихся в исходном сырье).

Шерстяные волокна, использовавшиеся для вышивки, были окрашены. В нитях синего орнамента образца 50-3 обнаружен индиготин, источником которого служили растения *Polygonum tinctorium* Ait., *Strobilanthes flaccidifolius* Nees., *Isatis tinctoria* L. и *Indigofera tinctoria* L. [27]. Индирубин на нитях не идентифицируется. Индиготин и индирубин являются кубовыми красителями, закрепляющимися только на поверхности волокон. Поэтому плохая сохранность волокон способствует потускнению нитей, окрашенных ими. В ярко-красных нитях образца 50-4 найдены антрахиноновые красители – ализарин, пурпурин и мунжистин, и сопутствующий им в марене красильной (*Rubia tinctorum* L.) желтый нордамнаканталь [28]. Те же антрахиноны обнаружены в красных и розовых ромбах, вышитых на изделии 75. Наибольшее количество красных антрахинонов найдено в образце 75-1 (рис. 5). Помимо красителей марены на этом образце идентифицирована эллаговая кислота – компонент дубильных веществ, которая присутствует

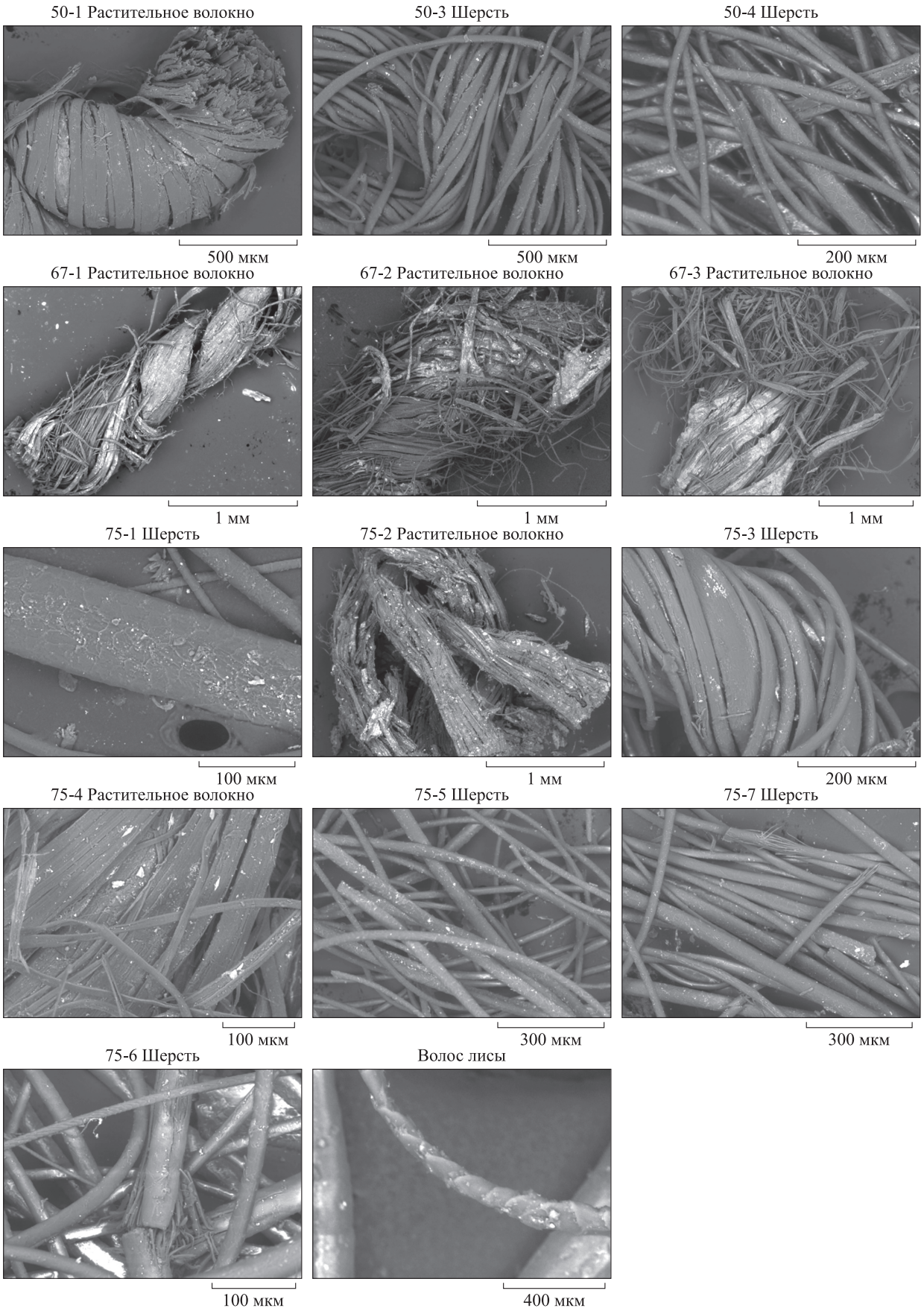

Рис. 4. СЭМ-изображения волокон образцов. Шифры образцов соответствуют данным табл. 1.

ТАБЛИЦА 2

ВЭЖХ-анализ красителей нитей этнографических образцов

Шифр	Образец (материал)	Цвет	Время удерживания, мин / Найденные красители
		Иттарма	
50-1	Основа (растительное волокно)	–	Красители не найдены
50-3	Рисунок по красному (шерсть)	Синий	14.80 / Индиготин
50-4	Основной рисунок (шерсть)	Красный	13.14 / Мунжистин 14.12 / Ализарин 15.79 / Пурпурин 18.17 / Нордамнаканталь
		Платок	
75-1	Ромб (шерсть)	Розовый	5.92 / Эллаговая кислота 13.05 / Мунжистин 14.07 / Ализарин 14.38 / Ксантопурпурин 15.77 / Пурпурин
75-2	Бахрома (растительное волокно)	–	7.41 / λ_{max} = 256, 342 нм 13.27 / λ_{max} = 230, 274, 368, 492 нм 14.27 / λ_{max} = 244, 366, 350 нм
75-3	Ромб выгоревший (шерсть)	Красный	13.17 / Мунжистин 14.12 / Ализарин 15.79 / Пурпурин
75-4	Нить основы (растительное волокно)	–	Красители не найдены
75-5	Обшивка ромбов (шерсть)	–	14.77 / Индиготин, следовые количества
75-6	Коричневый ромб (шерсть)	Коричневый	Красители не найдены
75-7	Ромб (шерсть)	Темно-коричневый	Красители не найдены
		Платок духа-покровителя	
67-1	Бахрома (растительное волокно)	Синий	14.61 / Индиготин, следовые количества
67-2	Основа (растительное волокно)	–	Красители не найдены
67-3	Орнамент (растительное волокно)	–	Красители не найдены

в коре многих растений, часто использовавшейся в качестве протравы перед крашением.

В экстрактах образцов 75-6 и 75-7 красители не найдены. Для них был проведен тест на присутствие прямых и протравных красителей с сульфатом алюминия [29]. Смыть краситель с шерсти не удалось. Возможно, это изначально была шерсть животных с коричневым окрасом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что для изготовления культовых предметов использовались волокна как растительного, так и животного происхождения. Полотнища обоих изделий с вышивкой были изготовлены из растительных волокон, что подтверждает раннюю дату их изготовления. Вышивка наносилась шерстяными окрашенными нитями не местного происхождения. Для вышивки синего орнамента *иттармы* использовались нити, окрашенные индиготином из индигоноски или вайды. Красные нити вышивки *иттармы* и платка Мис-Не окрашены мареной красильной. Коричневые нити на платке Мис-Не вероятнее всего изготовлены на месте, на что указывает отсутствие красителей и случайно впряденный в нити волос лисы, мех которой широко использовался для отделки одежды духов-покровителей [30]. Берлинская лазурь, обнаруженная на кайме платка духа-покровителя, широко использовалась в XVIII – первой половине XIX в. в живописи и для окрашивания тканей.

Исследование волокон и красителей, используемых для изготовления одежды обскими уграми на протяжении XVIII–XIX вв., позволяет составить более полное понимание об основных технологических процессах, которые применя-

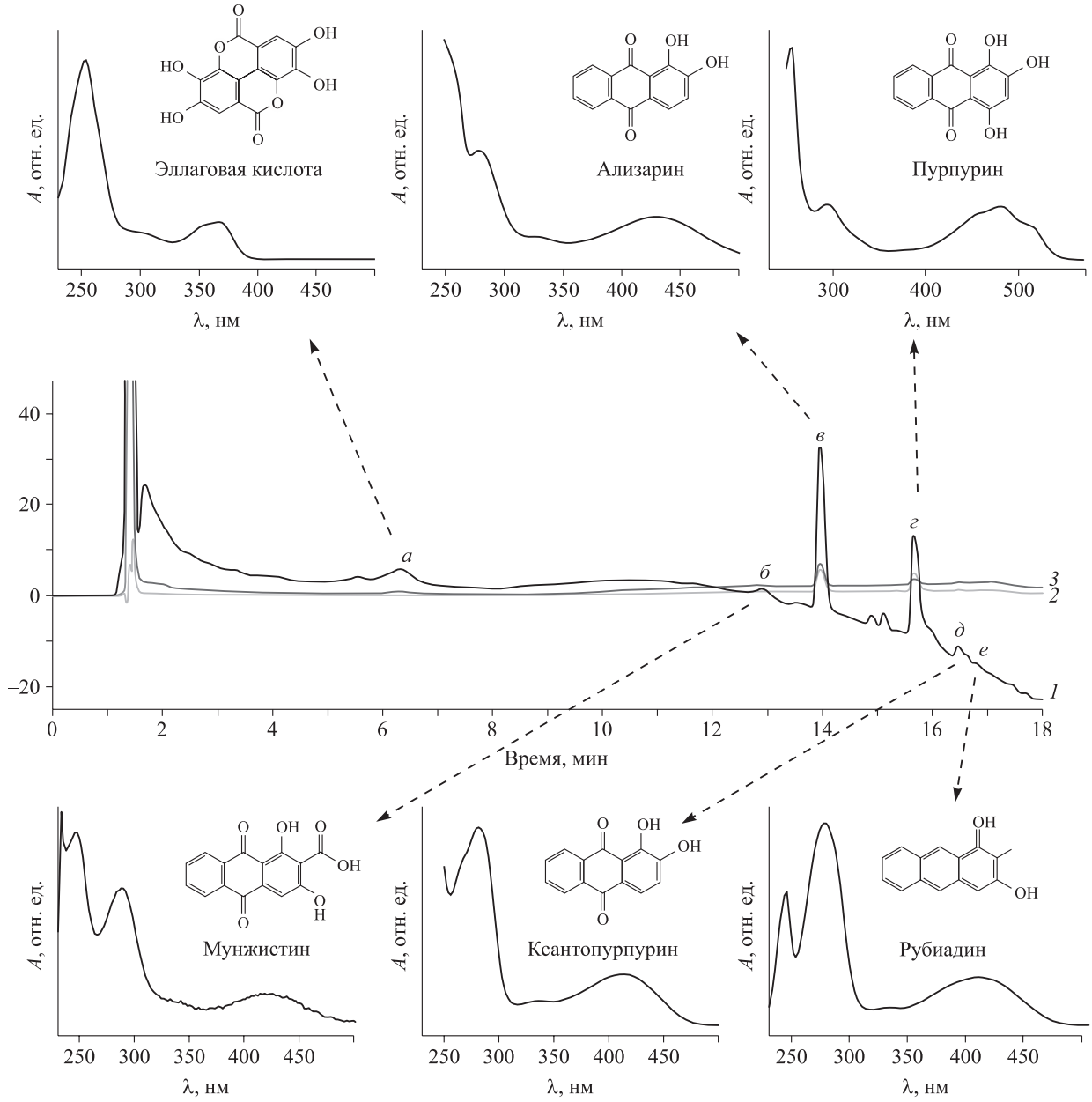

Рис. 5. Хроматографический профиль экстракта образца 75-1 (λ = 255 (*1*), 440 (*2*), 370 нм (3)) и спектры найденных пиков в ультрафиолетовой и видимой области.

лись при данном виде хозяйственной деятельности.

Современные обские угры для изготовления культовых предметов используют фабричные ткани, и находка изделий конца XVIII – начала XIX вв. – редкая удача. Искусством прядения и ткачества владели только южные группы хантов и манси, у которых были зафиксированы рубахи из крапивного и конопляного полотна, украшенные вышивкой [31]. Кроме крапивы, южные ханты в начале XX в. использовали для ткачества лен и коноплю, которые покупали у русских. Сюжет вышивки и ее цветовая гамма носили сакральный характер и отражали космогонические представления. Самыми распространенными цветовыми комбинациями были сочетания красного и синего цветов [32].

Обнаруженные изделия интересны тем, что вышивка бытовала у южной группы хантов и нахождение таких предметов у северных групп обских угров, скорее всего, указывает на возможные пути миграций или брачные связи.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках госзаданий НИОХ СО РАН (№ 1021051503141-0-1.4.1) и ИАЭТ СО РАН (№ 1021050500101-2).

Авторы выражают благодарность Химическому исследовательскому центру коллективного пользования СО РАН (Новосибирск) за проведение спектральных и аналитических измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Полосьмак Н. В., Кундо Л. П., Балакина Г. Г. Текстиль из “замерзших” могил Горного Алтая IV–III вв. до н. э. (опыт междисциплинарного исследования). Новосибирск: Сибирское отд-ние РАН, 2006. 267 с.

2 Lang P. L., Katon J. E., O’Keefe J. F., Schiering D. W. The identification of fibers by infrared and Raman microspectroscopy // Microchem. J. 1986. Vol. 34, No. 3. P. 319–331.

3 Cai S., Singh B. R. A distinct utility of the amide III infrared band for secondary structure estimation of aqueous protein solutions using partial least squares methods // Biochemistry. 2004. Vol. 43. P. 2541–2549.

4 Edwards H. G. M., Farwell D. W., Webster D. FT Raman microscopy of untreated natural plant fibres // Spectrochim. Acta, Part A. 1997. Vol. 53, No. 13. P. 2383–2392.

5 Garside P., Wyeth P. Identification of cellulosic fibres by FTIR spectroscopy – Thread and single fibre analysis by attenuated total reflectance // Stud. Conserv. 2003. Vol. 48, No. 4. P. 269–275.

6 Jahan M. S., Mun S. P. Studies on the macromolecular components of nonwood available in Bangladesh // Ind. Crops Prod. 2009. Vol. 30, No. 3. P. 344–350.

7 Rampazzi L., Corti C., Geminiani L., Recchia S. Unexpected findings in 16th century wall paintings: Identification of aragonite and unusual pigments // Heritage. 2021. Vol. 4, No. 3. P. 2431–2448.

8 Bikiaris D., Sister Daniilia, Sotiropoulou S., Katsimbiri O., Pavlidou E., Moutsatsou A. P., Chryssoulakis Y. Ochre-differentiation through micro-Raman and micro-FTIR spectroscopies: Application on wall paintings at Meteora and Mount Athos, Greece // Spectrochim. Acta, Part A. 2000. Vol. 56, No. 1. P. 3–18.

9 Petit I., Belletti G. D., Debroise T., Llansola-Portoles M. J., Lucas I. T., Leroy C., Bonhomme C., Bonhomme-Coury L., Bazin D., Daudon M., Letavernier E., Haymann J. P., Frochot V., Babonneau F., Quaino P., Tielens F. Vibrational signatures of calcium oxalate polyhydrates // ChemistrySelect. 2018. Vol. 3, No. 31. P. 8801–8812.

10 Calia A., Lettieri M., Quarta G. Cultural heritage study: Microdestructive techniques for detection of clay minerals on the surface of historic buildings // Appl. Clay Sci. 2011. Vol. 53, No. 3. P. 525–531.

11 Dumoulin J., Lebon M., Caffy I., Mauran G., Nankela A., Pleurdeau D., Delqué-Količ E., Moreau C., Perron M., Sieudat M., Thellier B., Beck L. Calcium oxalate radiocarbon dating: Preliminary tests to date rock art of the decorated open-air caves, Erongo mountains, Namibia // Radiocarbon. 2020. Vol. 62, No. 6. P. 1551–1562.

12 Hernanz A., Gavira-Vallejo J. M., Ruiz-López J. F. Calcium oxalates and prehistoric paintings. The usefulness of these biomaterials // J. Optoelectron. Adv. Mater. 2007. Vol. 9. P. 512–521.

13 Pinna D., Galeotti M., Rizzo A. Brownish alterations on the marble statues in the church of Orsanmichele in Florence: What is their origin? // Heritage Sci. 2015. Vol. 3. Art. 7.

14 Aulinas M., Garcia-Valles M., Gimeno D. Weathering patinas on the medieval (S. XIV) stained glass windows of the Pedralbes Monastery (Barcelona, Spain) // Environ. Sci. Pollut. Res. 2009. Vol. 16. P. 443–452.

15 Garcia-Vallès M., Gimeno-Torrente D., Martínez-Manent S., Fernández-Turiel J. Medieval stained glass in a Mediterranean climate: Typology, weathering and glass decay, and associated biomineralization processes and products // Am. Mineral. 2003. Vol. 88, No. 11–12. P. 1996–2006.

16 Rampazzi L. Calcium oxalate films on works of art: A review // J. Cult. Heritage. 2019. Vol. 40. P. 195–214.

17 Simonsen K. P., Poulsen J. N., Vanmeert F., Ryhl-Svendsen M., Bendix J., Sanyova J., Janssens K., Mederos-Henry F. Formation of zinc oxalate from zinc white in various oil binding media: The influence of atmospheric carbon dioxide by reaction with $^{13}CO_2$ // Heritage. Sci. 2020. Vol. 8. Art. 126.

18 Colombini M. P., Degano I. Pigments and Binders / The Encyclopedia of Archaeological Sciences, S. L. López Varela (Ed.), John Wiley & Sons, Inc., 2018.

19 Bicchieri M., Biocca P., Colaizzi P., Pinzari F. Microscopic observations of paper and parchment: The archaeology of small objects // Heritage Sci. 2019. Vol. 7. Art. 47.

20 Gale R., Cutler D. Plants in Archaeology: Identification Manual of Vegetative Plant Materials Used in Europe and the Southern Mediterranean to C. 1500. Westbury Publishing, Otley. 2000.

21 Bergfjord C., Mannering U., Frei K. M., Gleba M., Scharff A. B., Skals I., Heinemeier J., Nosch M. L., Holst B. Nettle as a distinct Bronze Age textile plant // Sci. Rep. 2012. No. 2. Art. 664.

22 Bergfjord C., Holst B. A procedure for identifying textile bast fibres using microscopy: Flax, nettle/ramie, hemp and jute // Ultramicroscopy. 2010. Vol. 110, No. 9. P. 1192–1197.

23 Lukešová H., Palau A. S., Holst B. Identifying plant fibre textiles from Norwegian Merovingian Period and Viking Age graves: The Late Iron Age Collection of the University Museum of Bergen // J. Archaeol. Sci.: Rep. 2017. Vol. 13. P. 281–285.

24 Gervais C., Languille M.-A., Reguer S., Garnier Ch., Gillet M. Light and anoxia fading of Prussian blue dyed textiles // Heritage Sci. 2014. Vol. 2. Art. 26.

25 Ware M. Prussian blue: Artists’ pigment and chemists’ sponge // J. Chem. Educ. 2008. Vol. 85, No. 5. P. 612–620.

26 Lotut Z. Blue in eighteenth-century England: Pigments and usages // XVII–XVIII. 2018. Vol. 75. URL: http://journals.openedition.org/1718/1214 (дата обращения 05.05.2022).

27 Liu J., Guo D., Zhou Y., Wu Z., Li W., Zhao F., Zheng X. Identification of ancient textiles from Yingpan, Xinjiang, by multiple analytical techniques // J. Archaeol. Sci. 2011. Vol. 38, No. 7. P. 1763–1770.

28 Karpova E., Balakina G., Vasiliev V., Mamatyuk V. Determination of natural dyestuffs in historic textile with molecular spectroscopy and HPLC coupled with diode array and mass-selective detection / The Diversity of Dyes in History and Archaeology, J. K. Atkinson (Ed.), Archetype Publications, London, 2017. P. 437–447.

29 Balakina G. G., Vasiliev V. G., Karpova E. V., Mamatyuk V. I. HPLC and molecular spectroscopic investigations of the red dyes obtained from an ancient Pazyryk textile // Dyes Pigm. 2006. Vol. 71. P. 54–60.

30 Богордаева А. А. О локальных особенностях в традиционной одежде обских угров // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2001. № 3. С. 187–198.

31 Бауло А. В. Священные места и атрибуты северных хантов в начале XXI века: Этнографический альбом. Ханты-Мансийск, Екатеринбург: Изд-во Баско, 2016. 300 с.

32 Богордаева А. А. Цветовая символика в традиционной одежде обских угров // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 1999. № 2. С. 98–104.