

## СВЕДЕНИЯ О ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРОГРАММЫ (ПРОЕКТА)

### «Комплементарные аналитические методы, в том числе синхротронно-нейтронные, в исследованиях и научной реставрации объектов культурного наследия»

#### Этап 2024 года

**1. На четвертом этапе реализации исследовательской программы (проекта) были выполнены следующие работы:**

- в рамках исследования ремесленного производства средневекового Крыма проведены комплексные исследования образцов строительных материалов (штукатурок и растворов из кладок стен) и фрагментов стеклянных сосудов, происходящих из археологических раскопок пещерных городов Юго-Западного Крыма – отбор образцов, культурно-хронологическая атрибуция, анализ естественно-научных результатов с учетом исторического контекста – определение трансфера технологий, способов изготовления растворов, строительной керамики, выделение импортного стекла и местных изделий. Выявлены характерные особенности различных ремесленных центров средневекового Крыма.
- в рамках изучения взаимовлияния греко-римских и скифо-сарматских традиций и технологий металлообработки в Таврике и Синдике проведены сравнительные исследования состава сплавов и способов производства металлических изделий (украшений, бытовых предметов и элементов вооружения) в Древней Греции и Риме, Скифии, Меотии и Сарматии: предметов древнегреческой классики, эллинизма и скифо-сарматской эпохи, происходящих с территории предгорного и равнинного Крыма и Тамани, а также импортных древнегреческих и римских металлических изделий и продукции мастерских Херсонеса и Боспора, а также их варварского окружения в первые века н.э. до IV в. н.э., выявлены закономерности трансфера технологий металлургии и эволюции металлообработки в течение двух исторических периодов, условно названных древнегреческим и римским.
- продолжены исследования древнерусской технологии декорирования украшений из белого металла зернью по находкам XI-XII вв. из новейших археологических работ ИА РАН, начатые на 3 этапе работ. Изучены бусины от ожерелий из поселения и могильника Шекшово и две бусины от височных колец из могильника Гнездилово в Суздальском Ополе, включая культурно-хронологическую атрибуцию по данным исторического контекста, определение методом РЭМ/ЭРМ основных компонентов элементного состава металла тулова и зерни, а также областей с сохранившимся припоем. Обобщая данные комплементарных синхротронно-нейтронных, масс-спектрометрических, электронно-микроскопических и рентгенофлуоресцентных исследований по семи украшениям из белого металла, декорированных зернью, изученным на этапах 3 и 4, с учетом их исторического контекста, уточнены технологические особенности изготовления зерненных украшений.
- изучены технологические особенности изготовления фигурных сосудов эпохи средней и поздней бронзы с острова Кипр из коллекции ГИМ, включая их культурно-хронологическую атрибуцию и комплексные аналитические исследования, включая синхротронные, рентгеновские и другие исследования структуры и состава.
- в ходе комплексных исследований античных терракотовых статуэток и фигурных сосудов из коллекции ГИМ проведена их культурно-хронологическая атрибуция, изучены особенности строения и следы полихромной росписи на их поверхности, проведен анализ полученных результатов с выделением особенностей конструкции предметов, выявлением следов полихромной росписи и идентификацией обнаруженных минеральных пигментов.
- изучены материалы, использованные для заполнения орнаментов (декоративной пасты) на фрагментах керамических сосудов раннего железного века и сопоставительных костяных изделий другого

исторического периода с аналогичной технологией декорирования – проведена культурно-хронологическая атрибуция изученных объектов на основе исторического контекста, выполнены комплексные аналитические исследования элементного и фазового состава образцов, включая синхротронные, рентгеновские и другие методы анализа.

- исследованы образцы средневекового текстиля степной зоны Евразии, включая культурно-хронологической атрибуции образцов средневекового текстиля, стилистический анализ тканых сюжетов, комплексные аналитические исследования, включая синхротронные, рентгеновские, электронно-микроскопические и др. для анализа состава материала нитей, типа переплетения нитей, состава и расположения золотных нитей.
- для изучения европейских мебельных технологий для научной реставрации экспоната – деревянного составного шкафа (конца XVI-XIX вв.) из коллекции ГМИИ им. А.С. Пушкина, помимо традиционной культурно-хронологической атрибуции предмета и сравнительно-типологического обзора аналогов из литературы выполнялись рентгеномографические исследования внутреннего строения съемных деталей шкафа – четырех дверей и ИК-Фурье анализ микропроб древесины с различных участков шкафа.
- проведено обучение студентов и специалистов естественно-научного и гуманитарного профиля по разработанным учебным дисциплинам в МФТИ, ГАУГН, КФУ и РНБ.
- организована и проведена молодежная научная школа по методам синхротронных и нейтронных исследований объектов культурного наследия.

## **2. Достигнутые результаты исследовательской программы (проекта)**

По итогам работы получена новая историческая информация:

- проведен анализ ремесленных центров средневекового Крыма по производству строительных материалов (растворов, штукатурок и черепицы), определено, что в строительных растворах и черепице использовали преимущественно местные материалы, а при изготовлении стеклянных сосудов применялись как битые импортные изделия, так и импортная стеклянная масса, смешанная с местными материалами.
- сопоставление данных об эволюции распространения различных сплавов на территории Крыма от эпохи бронзы до поздней античности с данными о сплавах импортных изделий позволили сделать вывод, что в античных городах Крыма и в древнегреческий, и в римский периоды прослеживается та же динамическая тенденция в использовании различных сплавов, что и в городах-государствах Средиземноморья.
- на основании полученных данных о древнерусских ювелирных технологиях XI-XII вв., предложена реконструкция процесса изготовления древнерусских изделий, декорированных зернью (бусины и височные кольца), выявлено наличие стандартных инструментов для изготовления проволок различных диаметров, используемых при создании таких украшений.
- комплексные исследования позволили детально реконструировать технологию изготовления кипрских фигурных сосудов эпохи средней и поздней бронзы, при этом была решена проблема изучения музейных предметов полной сохранности.
- идентифицированы пигменты, использованные для полихромной росписи античных терракотовых статуэток из коллекции ГИМ.
- два фигурных сосуда из коллекции ГИМ, ранее атрибутируемые как фигурные античные сосуды, по данным рентгеномографических исследований оказались пастишами – изделиями XVIII или XIX в., собранными, предположительно, из фрагментов оригинальных античных керамических изделий.
- результаты комплексных исследований паст, заполняющих орнамент керамических сосудов, найденных на территории Нижнего Подонья, позволяют предположить, что в Донских степях в раннем

железном веке встречались керамические сосуды, производство которых связано с разными региональными мастерскими, включая северокавказские и крымские регионы.

- детальное изучение на макро- и микроуровнях фрагмента средневекового текстиля позволило не только уточнить технологические особенности ткани с золотыми нитями (лампас), но и восстановить внешний вид ткани, использованной для отделки золотоордынского халата из кургана 17 могильника Манджикины 2 из Калмыкии, включая тканый орнамент и окраску нитей.
- дополнены знания об антикварной реставрации конца XIX века деревянного экспоната ГМИИ им. А.С. Пушкина – шкафа в стиле второго французского Ренессанса бургундско-лионской школы конца XVI–начала XVII вв. В результате рентгеномографических исследований изучено внутреннее строение и конструкция четырех съемных дверей шкафа, обнаружены места починки в процессе бытования предмета, определены элементы шкафа, которые были созданы или добавлены позднее конца XVI–начала XVII веков. Подтверждено предположение о одновременности некоторых деталей конструкции дверей. Подготовлены рекомендации к реставрации данного экспоната.

Полученная в результате комплексных исследований новая историко-технологическая информация значительно дополнила знания о ремесленных технологиях и традициях различных регионов и народов на территории нашей страны. Все это позволило получить новые знания о культуре, искусстве, торговле и международных отношениях, жизни людей в различные исторические периоды в разных регионах России.

### **3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках выполнения исследовательской программы (проекта)**

Получен патент на изобретение «Способ определения основных и примесных компонентов в стеклянных крупногабаритных объектах культурного наследия методом рентгенофлуоресцентного анализа с применением синхротронного излучения» (Патент на изобретение RU 2819133 C1, 14.05.2024. Заявка от 21.12.2023).

### **4. Создание конкурентоспособного на мировом уровне научного коллектива**

Сформировавшееся в рамках реализации проекта плодотворное сотрудничество российских ученых гуманитарного и естественно-научного профиля из исследовательских и образовательных организаций различных регионов РФ, а также результаты совместных исследований, представленные в публикациях авторского коллектива проекта и на конференциях, являются свидетельством формирования междисциплинарного научного сообщества с широкими компетенциями в изучении объектов культурного наследия с применением различных гуманитарных и естественно-научных методов, включая синхротронно-нейтронные.

### **5. Подготовка кадров и развитие кадрового потенциала**

На 4 этапе выполнения работ в рамках подготовки научных кадров для проведения синхротронных и нейтронных исследований (разработок) в целях получения результатов мирового уровня проведено обучение по ООП и ДПО для студентов, аспирантов и специалистов по четырем программам/учебным дисциплинам/курсам:

- ДПО и ООП, дополненной аналогичной специальной учебной дисциплиной «Синхротронные, нейтронные и другие методы естественно-научных исследований объектов культурного наследия» (МФТИ, Москва);
- ДПО повышения квалификации «Естественно-научные исследования, включая синхротронно-нейтронные, в изучении, консервации и реставрации объектов культурного наследия» (ГАУГН, Москва);
- ДПО повышения квалификации «Естественно-научные методы в археологии» (КФУ, Симферополь);

- ДПО повышения квалификации «Комплементарные аналитические методы, в том числе синхротронно-нейтронные, в исследовании и научной реставрации памятников письменной культуры» (РНБ, Санкт-Петербург).

Всего обучение прошли 107 человек, из них 75 – гуманитарного профиля.

Проведена молодежная научная школа «Комплементарные аналитические методы, в том числе синхротронно-нейтронные, в исследованиях и научной реставрации объектов культурного наследия» (МФТИ, Москва).

#### **6. Публикации по результатам отчетного периода исследовательской программы (проекта)**

КИПРСКИЕ ФИГУРНЫЕ СОСУДЫ ЭПОХИ БРОНЗЫ ИЗ СОБРАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ИСТОРИЧЕСКОГО МУЗЕЯ: ВЗГЛЯД ВНУТРЬ. Журавлев Д.В., Гурьева П.В., Коваленко Е.С., Терещенко Е.Ю., Яцишина Е.Б. // Вестник древней истории. 2024. Т. 84. № 2. С. 275-299.

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ САРМАТСКИХ ЗЕРКАЛ-ПОДВЕСОК. Антипенко А.В., Смекалова Т.Н., Куликов А.В., Фридрихсон С.К., Лобода А.Ю., Гурьева П.В., Коваленко Е.С., Терещенко Е.Ю., Яцишина Е.Б. // Кристаллография. 2024. Т. 69. № 6. С. 1056-1061.

АТТИЧЕСКИЕ ПОЛИХРОМНЫЕ ФИГУРНЫЕ СОСУДЫ ИЗ СОБРАНИЯ ГИМ: КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. Журавлев Д.В., Ильина Т.А., Терещенко Е.Ю., Гурьева П.В., Коваленко Е.С., Кондратьев О.А., Кузьмина Е.А., Куликова Е.С., Мандрыкина А.В., Шалявина Н.Б., Яцишина Е.Б. // Кристаллография. 2024. Т. 69. № 6. С. 1062-1077.

О ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АНТИЧНОЙ КРАСНОЛАКОВОЙ ПОСУДЫ (БОСПОРСКАЯ, ПОНТИЙСКАЯ И ВОСТОЧНАЯ СИГИЛЛАТА). Мандрыкина А.В., Журавлев Д.В., Гурьева П.В., Коваленко Е.С., Кондратьев О.А., Хмеленин Д.Н., Терещенко Е.Ю., Яцишина Е.Б. // Кристаллография. 2024. Т. 69. № 6. С. 1078-1089.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ ГРОБНИЦ ЭСКИ-КЕРМЕНА И ГОРЗУВИТ. Лобода А.Ю., Калинин П.И., Антипин А.М., Гурьева П.В., Коваленко Е.С., Мандрыкина А.В., Кузьмина Е.А., Хайрединова Э.А., Мاستыкова А.В., Терещенко Е.Ю., Яцишина Е.Б. // Кристаллография. 2024. Т. 69. № 6. С. 1090-1100.

ДВА КНИДСКИХ ФИГУРНЫХ СОСУДА II В. Н.Э. ИЗ СОБРАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ИСТОРИЧЕСКОГО МУЗЕЯ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. Журавлев Д.В., Гурьева П.В., Коваленко Е.С., Терещенко Е.Ю., Яцишина Е.Б. // Российская археология. 2024. № 2. С. 36-50.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ НАХОДКИ ИЗ КАМЕННОГО СКЛЕПА НА СЕВЕРНОМ УЧАСТКЕ НЕКРОПОЛЯ ПАНТИКАПЕЯ (РАЙОН “ГЛИНИЦЕ”): КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ. Бейлин Д.В., Рукавишников И.В., Федосеев Н.Ф., Смекалова Т.Н., Антипенко А.В., Лобода А.Ю., Гурьева П.В., Коваленко Е.С., Мурашев М.М., Терещенко Е.Ю., Яцишина Е.Б. // Российская археология. 2024. № 1. С. 75-92.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ СРЕДНЕВЕКОВОГО ТЕКСТИЛЯ МЕТОДАМИ ИСТОРИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ. Шишлина Н. И., Орфинская О. В., Леонова Н. В., Лобода А. Ю., Коваленко Е.

С., Гурьева П. В., Кондратьев О. А., Кожухова Е. И., Мандрыкина А. В., Терещенко Е. Ю., Яцишина Е. Б. // Краткие сообщения Института археологии (КСИА). 2024. Вып. 276. С. 312 – 327.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДРЕВНЕРУССКИХ СЕРЕБРЯНЫХ ЗЕРНЕННЫХ УКРАШЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ БУСИН ИЗ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ РУСИ. Гурьева П. В., Коваленко Е. С., Подурец К. М., Шалявина Н. Б., Терещенко Е. Ю., Зайцева И. Е., Яцишина Е. Б. // Краткие сообщения Института археологии (КСИА). 2024. Вып. 276. С. 363 – 378.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДРЕВНЕРУССКИХ СЕРЕБРЯНЫХ ЗЕРНЕННЫХ УКРАШЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ БУСИН ИЗ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ РУСИ: СОСТАВ МЕТАЛЛА И ПРИПОЯ. Зайцева И. Е., Исмагулов А. М., Вашенкова Е. С., Кондратьев О. А., Терещенко Е. Ю., Яцишина Е. Б. // Краткие сообщения Института археологии (КСИА). 2024. Вып. 276. С. 379 – 399.

ПАСТА В ЗАПОЛНЕНИИ ОРНАМЕНТА СОСУДОВ РАННЕГО ЖЕЛЕЗНОГО ВЕКА С ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕГО ПОДОНЬЯ. Лобода А. Ю., Леонова Н. В., Калинин П. И., Мандрыкина А. В., Малахов С. Н., Куликова Е. С., Терещенко Е. Ю., Яцишина Е. Б. // Российские нанотехнологии. 2024. Том 19. № 5. С. 625 – 632.

РЕНТГЕНОТОМОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕОТО-САРМАТСКОГО ЗЕРКАЛА ИЗ ВОСТОЧНОГО ЗАКУБАНЬЯ С СЮЖЕТНЫМ ИЗОБРАЖЕНИЕМ. Новичихин А. М., Смекалова Т. Н., Коваленко Е. С., Гурьева П. В., Подурец К. М., Лобода А. Ю., Терещенко Е. Ю., Яцишина Е. Б. // Российские нанотехнологии. 2024. Том 19. № 5. С. 633 – 637.

ИМПОРТ СТЕКЛА В ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ В XIII В. ПО НАХОДКАМ С ГОРОДИЩА НА ПЛАТО ЭСКИ-КЕРМЕН. Хайрединова Э. А., Румянцева О. С., Исмагулов А. М., Билица Е. Ю., Шалявина Н. Б., Сайфутяров Р. Р., Терещенко Е. Ю. // Российские нанотехнологии. 2024. Том 19. № 5. С. 679 – 693.

ПОЗОЛОЧЕННЫЕ НАШИВНЫЕ БЛЯШКИ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ VII ВЕКА ИЗ МОГИЛЬНИКА У СЕЛА ЛУЧИСТОЕ (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ). Э. А. Хайрединова, А. В. Антипенко // Российские нанотехнологии. 2024. Том 19. № 5. С. 694 – 698.

СЛОЖНАЯ ЖИЗНЬ БУРГУНДСКОГО ШКАФА КОНЦА XVI–НАЧАЛА XVII ВВ. Скопцова И. Н., Коваленко Е. С., Гурьева П. В., Малахов С. Н., Подурец К. М., Пожидаев В. М., Терещенко Е. Ю., Яцишина Е. Б. // Российские нанотехнологии. 2024. Том 19. № 5. С. 644 – 652.

ИССЛЕДОВАНИЯ ДРЕВНЕРУССКИХ ЧЕРНИЛ: К ВОПРОСУ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИСТОЧНИКА ТАНИНОВ. Деркачева О.Ю., Терещенко Е.Ю., Лоцманова Е.М., Быстрова Е.С., Скопина М.А., Кондратьев О.А., Цыпкин Д.О., Яцишина Е.Б. // Петербургский исторический журнал. 2024. № 1 (41). С. 132-146.

МЕТОДОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ МНОГОФАЗНЫХ ИСТОРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ. Терещенко Е.Ю., Антипин А.М., Васильев А.Л., Кварталов В.К., Мандрыкина А.В., Гурьева П.В., Коваленко Е.С., Лобода А.Ю., Монахов С.Ю., Журавлев Д.В.,

Хайрединова Э.А., Алексеева О.А., Яцишина Е.Б. // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. 2024. № 3-4 (123-124). С. 93 – 103.