**ИССЛЕДОВАНИЕ НАСТЕННОЙ РОСПИСИ И ШТУКАТУРНЫХ ОСНОВАНИЙ УСПЕНСКОГО СОБОРА МОСКОВСКОГО КРЕМЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕМЕНТАРНЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

**Н.В. Гломбоцкая, О.С. Филиппова, А.Ю. Дмитриев\***

\* [andmitriev@jinr.ru](mailto:andmitriev@jinr.ru)

*Лаборатория нейтронной физики им. И.М. Франка Объединенного института ядерных исследований, Дубна, Московская область, Россия*

Успенский собор Московского Кремля является объектом культурного наследия всемирного (ЮНЕСКО) и федерального значения. Первое каменное здание собора было заложено в 1326 году. Собор неоднократно перестраивался. Строительство современного Успенского собора велось итальянским архитектором Аристотелем Фиораванти с 1475 по 1479 годы. Первоначальная роспись собора была выполнена в период с 1481 по 1515. В росписи принимал участие известный художник Дионисий. В 1642-1643 годах собор был расписан заново.

В настоящее время в соборе проводят реставрационные работы, установлены строительные леса, что открывает доступ к детальному исследованию фрагментов разновременной живописи. Историков искусства и реставраторов интересует широкий спектр вопросов, наиболее важными из которых являются следующие: верификация набора пигментов, использованных при росписи собора, а также датировка позолоты на различных фрагментах росписи.

Поиск ответов на эти вопросы невозможен без привлечения физико-химических методов. Сотрудники Лаборатории нейтронной физики им. И.М. Франка Объединенного института ядерных исследований использовали рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), стратиграфию, поляризационную микроскопию и химический анализ. Изучение элементного состава древнейших росписей конца XV – начала XVI и XVII веков непосредственно в соборе было проведено с помощью портативного РФА спектрометра. В общей сложности in-situ было получено более 220 спектров. Анализ данных позволил сделать предположение об использованных пигментах. Детальные лабораторные исследования, включающие стратиграфию и поляризационную микроскопию (Рис. 1), были проведены для 47 микрофрагментов, отобранных при выполнении реставрационных работ. В результате был уточнен набор пигментов и структура настенных росписей. Количество красочных слоев составило от 1 до 3. Использование комплементарных методов позволило достоверно установить основные применявшиеся пигменты: желтая и красная охры, киноварь, зеленая земля, азурит и уголь. Кроме этого, методами РФА и химического анализа определён элементный состав трёх штукатурных оснований, относящихся к различным историческим периодам. Обнаруженные существенные различия возможно использовать для косвенного датирования позолоты.

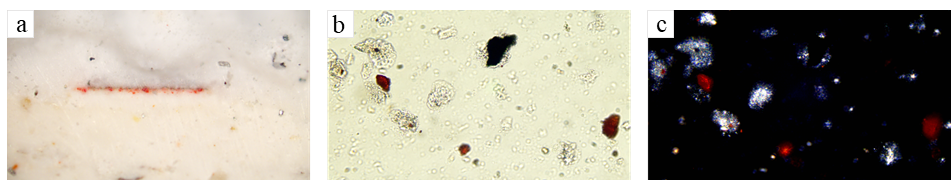


Рис. 1. Результаты (a) стратиграфии (два красочных слоя: нижний – красный, тонкий верхний – черный) и (b, c) поляризационной микроскопии (красные частицы киновари и черные частицы угля) для образца красного цвета.

**RESEARCH OF WALL PAINTING AND PLASTERS FROM THE ASSUMPTION CATHEDRAL IN THE MOSCOW KREMLIN**

**USING COMPLEMENTARY PHYSICO-CHEMICAL METHODS**

**N.V. Glombotskaya, O.S. Philippova, A.Yu. Dmitriev\***

\* [andmitriev@jinr.ru](mailto:andmitriev@jinr.ru)

*Frank Laboratory of Neutron Physics, Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Moscow region, Russia*

The Assumption Cathedral in the Moscow Kremlin is a cultural heritage site of world (UNESCO) and federal significance. The first stone building of the Cathedral was laid in 1326. The Cathedral was rebuilt several times. The construction of the present Assumption Cathedral was carried out by the Italian architect Aristotele Fioravanti from 1475 to 1479. The first painting of the Cathedral was completed during the period from 1481 to 1515. The famous painter Dionisius took part in the painting. The Cathedral was repainted in 1642-1643.

Currently, the Cathedral is being restored, scaffolding has been installed. This opens access to the detailed study of painting fragments of different periods. Art historians and restorers are interested in a wide range of issues, the most important of which are as follows: verification of the set of pigments used and dating of gildings on various painting fragments.

Answers to these questions cannot be found without the use of physico-chemical methods. At the Frank Laboratory of Neutron Physics of the Joint Institute for Nuclear Research scientists used X-ray fluorescence analysis (XRF), stratigraphy, polarized microscopy and chemical analysis. The elemental composition analysis of the old paintings from the late 15th to early 16th and 17th centuries was carried out directly at the Cathedral using a portable XRF spectrometer. In total, more than 220 spectra were collected in-situ. Data analysis allowed making assumptions about the pigments used. Detailed laboratory studies, including stratigraphy and polarized microscopy (Fig. 1), were performed for 47 microfragments sampled during the restoration works. As a result, the set of pigments was clarified and structure of the wall paintings was revealed. The number of paint layers ranged from 1 to 3. The use of complementary methods made it possible to reliably determine the main pigments used: yellow and red ochre, cinnabar, green earth, azurite and carbon black. In addition, the elemental composition of three plaster of different historical periods was determined by XRF and chemical analysis. Significant differences were revealed. This can be used for indirect dating of gildings.

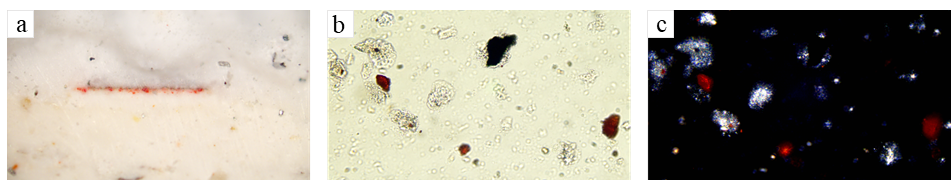


Fig. 1. Results of (a) stratigraphy (two paint layers: lower – red, thin upper – black) and (b, c) polarized microscopy (red particles of cinnabar and black particles of carbon black) for the red sample.