

ПРИМЕНЕНИЕ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ИСКУССТВЕ

Михалькевич А.З.

Научный руководитель – Курилович А.М.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

Рентгенография предметов искусства является необходимой процедурой, проводимой в ходе реставрационных работ. В современных исследованиях широко используются такие методы как, рентгеновская флуоресцентная спектроскопия, рентген-флюоресцентный анализ, микрофокусная цифровая рентгенография. Эти методы позволяют проводить неинвазивные исследования предметов искусства, расширить наши знания о прошлом и обеспечить сохранность памятников культуры.
Ключевые слова: рентгенологические методы, излучение, искусство, реставрация.

APPLICATION OF X-RAY RESEARCH METHODS IN ART

Mikhalkevich A.Z.

Scientific supervisor – Kurilovich A.M.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

Radiography of art objects is a necessary procedure during restoration work. Modern research widely utilizes methods such as X-ray fluorescence spectroscopy, X-ray fluorescence analysis, and microfocus digital radiography. These methods enable non-invasive examination of art objects, expand our knowledge of the past, and ensure the preservation of cultural monuments.
Keywords: radiographic methods, radiation, art, restoration.

Введение. Открытие рентгеновских лучей в ноябре 1895 года стало одним из важнейших этапов в развитии естествознания. Сегодня рентгеновские лучи являются незаменимым инструментом в высокотехнологичных отраслях, обеспечивая точность исследований и безопасность граждан [1, 3].

Цель работы – провести сравнительный анализ методов рентгенологического исследования в искусствоведении.

Материалы и методы исследований. Материалом для исследования послужили статьи, публикации и научные исследования из открытых интернет-ресурсов. Методология исследования включала анализ, обобщение, дедукцию и абстрагирование.

Результаты исследований. Рентгенография картин, икон и других предметов искусства, стал чуть ли не стандартной процедурой, проводимой в ходе реставрации и оценке стоимости предметов искусства. При помощи такого обследования появляется возможность увидеть, есть ли под нынешним изображением другое, более старое, какие проводились работы, вносились изменения. Нередко это позволяет увидеть под слоем краски уникальную работу, неизвестную искусствоведам, настоящий шедевр, записанный поверх по тем или иным причинам.

Рентгеновское излучение помогает понять химический состав красок, которыми написана картина, что позволяет определить подлинность произведения.

Рентгеновские лучи проникают сквозь различные материалы с разной интенсивностью. В живописи более плотные пигменты, такие как свинцовые белила, поглощают больше излучения и выглядят на снимках светлее.

Современные исследователи используют рентгеновскую флуоресцентную спектроскопию (МА-XRF). Излучение возбуждает атомы пигментов, которые излучают фотоны определённой длины волны. Этот метод помогает составить карту распределения таких элементов, как кальций, железо, свинец и ртуть.

Благодаря этому исследованию на картине Рембрандта «Старый человек в военном костюме» было обнаружено скрытое изображение - портрет юноши, который находился под верхним слоем краски. Специалисты смогли восстановить портрет, а также определить оттенки лица юноши и его плаща. Искусствоведы предполагают, что скрытое изображение могло быть заказным портретом, который так и не был завершен.

Еще одним из методов анализа, позволяющих получить информацию о красочном слое произведений живописи, является рентген-флуоресцентный анализ (РФА), позволяющий определить элементный состав пигментов красок.

Например, для проведения реставрационных работ над иконой необходимо провести анализ состояния ее сохранности, химического состава материалов, выявить загрязнения на ее поверхности, чтобы при работе не повредить предмет искусства.

Метод основан на воздействии рентгеновского излучения на образец, что приводит к возникновению флуоресцентного излучения на его поверхности. Спектрометр измеряет энергию и интенсивность излучения, формируя спектр, который преобразуется в набор данных об элементном составе анализируемого материала. Присутствие элемента идентифицируется по характеристической энергии рентгеновского излучения, значение которой является фиксированной величиной для каждого конкретного элемента. Интенсивность излучения определяет количественный состав элемента в материале. Набор выявленных элементов сверяют с таблицей основных художественных пигментов и

наполнителей. Главным преимуществом метода РФА является неинвазивность воздействия на исследуемый материал, которая гарантирует неизменность его физико-химических свойств.

Исходя из времени создания работы и территории, на которой она была создана, делают вывод о виде и названии краски, которая была использована для написания картины.

На рентгенологическое исследование неоднократно направлялись египетские мумии. В древнеегипетском собрании ГМИИ им. А.С. Пушкина хранится и экспонируется обожженный глиняный гроб с изображением на крышке фигуры человека в эмбриональной позе. Внутри гроба находится мумия, которая никогда не была комплексно исследована, хотя является одним из древнейших артефактов, представленных в экспозиции музея. Размеры глиняного гроба и невозможность извлечь из него мумию вынудили отказаться от применения метода компьютерной томографии, ранее зарекомендовавшего себя при исследовании древнеегипетских материалов [2].

Однако в распоряжении исследователей оказался другой метод современной радиологии – микрофокусная цифровая рентгенография.

Полученная серия цифровых рентгеновских изображений позволила оценить положение тела покойного, не определяемое при визуальном осмотре под пеленальными бинтами, сделать выводы о степени сохранности мумии и отчасти – о биологическом возрасте покойного.

Еще один пример применения рентгеноскопии – это изучение текстов, найденных при раскопках в Помпеях. Рукописи, погребенные под слоями пепла, развернуть было нельзя, так как материал был очень хрупким. Несмотря на это, исследователи смогли узнать, что там было написано.

Заключение. На основе проведенного анализа методов рентгенологического исследования можно сделать вывод, что данные методы исследования в искусствоведении являются мощными современными инструментами, каждый из которых обладает своими преимуществами и возможностями. Они позволяют проводить неинвазивные исследования, устанавливать подлинность объектов, значительно расширяя наши знания о прошлом и обеспечивая сохранность памятников культуры для будущих поколений.

Литература.

1. Комплексное междисциплинарное исследование глиняного гроба с мумией из собрания ГМИИ им. А. С. Пушкина / Е. А. Анохина, С. Е. Малых, Н. Н. Потрахов, М. Б. Медникова. – Санкт-Петербург : Иаран, 2025. – 462 с.

2. Моаззами Лавасани, Л. М. Исследование русских икон методом рентгенфлюоресцентного анализа / Л. М. Моаззами Лавасани, В. А. Парфенов. – Текст : электронный // 80-я Научно-техническая конференция Санкт-Петербургского НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященная Дню

радио : сб. докладов / СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – Санкт-Петербург, 2025. – С. 329-331. – URL: <https://conf-ntores.etu.ru/2025/ru/> (дата обращения: 18.03.2026).

3. Рентгенография картин: исследование скрытых слоёв — Текст: электронный.—URL : <https://hsedesign.com/project/fec8ecbd4d804569a625c90f273b24bd/> (дата обращения: 22.03.2026).

УДК 614.876:631

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Мишустина Д.А., Багаутдинов А.М., Галиева Ч.Р.

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,
г. Уфа, Российская Федерация

*В статье рассматриваются современные проблемы обеспечения радиационной безопасности в агропромышленном комплексе. Проанализирована классификация радиационно опасных объектов, представлены критерии потенциальной опасности. Описаны основные методы радиационного контроля и защиты населения, сельскохозяйственных животных и продукции растениеводства от ионизирующего излучения. Особое внимание уделено применению беспилотных авиационных систем для мониторинга радиационной обстановки. Обоснована необходимость совершенствования системы радиационного мониторинга и готовности к чрезвычайным ситуациям. **Ключевые слова:** радиационная безопасность, агропромышленный комплекс, радиационно опасные объекты, ионизирующее излучение, радиационный контроль, защитные мероприятия, беспилотные авиационные системы.*

CURRENT ISSUES OF RADIATION SAFETY IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Mishustina D.A., Bagautdinov A.M., Galieva Ch.R.

Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russian Federation

*The article deals with current problems of radiation safety in the agro-industrial complex. The classification of radiation hazardous objects is analyzed, and the criteria of potential danger are presented. The main methods of radiation monitoring and protection of the population, agricultural animals and crop products from ionizing radiation are described. Special attention is paid to the use of unmanned aerial systems for monitoring the radiation situation. The necessity of improving the system of radiation monitoring and emergency preparedness is substantiated. **Keywords:** radiation safety, agro-*