

# Программа МФК «ART-физика»

(весенний семестр, 30 часов)

## Аннотация

Современные технологии исследования, экспертизы и реставрации объектов культурного наследия, в частности, произведений искусства невозможно представить без применения физических методов диагностики и анализа структуры вещества, основанных на различных физических явлениях.

В этом курсе мы расскажем вам

- можно ли отличить настоящее произведение искусства от подделки и как это сделать;
- как узнать, какие материалы использовали древние люди в наскальной живописи;
- что может быть скрыто под видимым изображением на картине;
- какие неожиданные ингредиенты может содержать старинная бумага;
- как подделывают старинные документы;
- как использовать мощное лазерное излучение не для повреждения, а для восстановления предметов искусства.

Предлагаемый курс рассчитан на студентов со знанием физики в объёме средней школы.

Целью является формирование понимания основных закономерностей и процессов, лежащих в основе современных физико-химических методов исследования и реставрации произведений искусства. Содержание курса составляют описание физических приборов и методов, а также примеры их применения для исследования живописных произведений, старинных бумажных документов, археологических объектов, изделий из ткани, кожи, стекла, керамики, камня, металла и дерева.

Демонстрационные занятия в современной научной лаборатории позволят слушателям ознакомиться с работой оптических и лазерных диагностических установок и провести измерения самостоятельно.

*В результате освоения курса слушатели приобретут следующие универсальные компетенции: (i) умение, используя междисциплинарные системные связи наук, самостоятельно выделять и решать основные проблемы с целью планирования устойчивого развития; (ii) владение методологией научных исследований объектов культурного наследия при помощи физических методов; (iii) владение системой современных знаний в области ART-физики в объёме, необходимом для успешной профессиональной деятельности и возможности образования в течение всей жизни.*

## Темы лекций курса

### Фундаментальные понятия, явления и принципы

1. Основные свойства и характеристики электромагнитного излучения. Свет как электромагнитная волна и как поток частиц. Спектр электромагнитных волн. Нелазерные источники электромагнитного излучения. Основные характеристики и особенности.
2. Геометрическая оптика. Преломление и отражение света. Диффузные и зеркальные поверхности. Полное внутренне отражение. Когерентность и поляризация излучения. Интерференция и дифракция. Фокусировка излучения. Принципы голографии.

### Основы взаимодействия оптического излучения с веществом

3. Взаимодействие света с веществом. Уровни энергии молекул вещества, колебательные и вращательные подуровни. Упругое и неупругое светорассеяние. Поглощение. Флуоресценция. Понятие об оптической спектроскопии.

### Приборы и методы исследования вещества

4. Принципы работы лазеров. Типы лазеров. Энергетические и временные характеристики лазерного излучения. Непрерывный и импульсный режимы работы лазеров. Принципы безопасной работы с лазерными установками. Средства доставки лазерного излучения.
5. Оптические приборы, используемые для получения изображений. Голографическая интерферометрия для исследования механических повреждений. Оптические (абсорбционные, флуоресцентные, КР и ИК-Фурье) спектрометры. Поляризационная и флуоресцентная микроскопия.
6. Поглощение рентгеновского излучения. Рентгенофлуоресцентный анализ. Оптическая профилометрия. Лазерная абляция. Механизмы лазерной абляции, селективное испарение, быстрое испарение, холодная абляция, ударные волны, давление пара. Индуцированная лазерным излучением ионизация вещества и спектр плазмы. Масс-спектроскопия, лазерно-индуцированная масс-спектроскопия.

### Применение экспериментальных методов

7. Оптические характеристики пигментов и связующих веществ, а также материалов, использовавшихся при создании произведений искусств.
8. Лазерная очистка произведений искусства. Преимущества по сравнению с механическими и химическими методами очистки. Научно-методические основы экспертизы с применением оптических методов.
9. Оптическая спектроскопия старинной бумаги (проблема фоксингов). Лазерное отбеливание старинной бумаги и спектроскопия продуктов абляции.
10. Методы оптической спектроскопии в датировке произведений живописи.
11. Методы физической диагностики в археологии. Исследования тканей, пергаментов, чернил и типографских красок, стёкол, керамики, изделий из камня, металла и дерева.
12. Хроматография и масс-спектроскопия, методы термического и механического анализа. Атомные и ядерные характеристики вещества. Методы атомной и ядерной физики.

### Демонстрационные занятия (6 часов)

Наиболее заинтересованные слушатели МФК смогут ознакомиться с современными оптическими и лазерными экспериментальными установками и самостоятельно провести некоторые простейшие практические работы.

### Перечень вопросов к зачёту

1. Основные свойства и характеристики электромагнитного излучения. Плоская волна. Скорость света, период и частота, длина волны и волновое число. Амплитуда и энергия волны.
2. Свет как электромагнитная волна. Поляризация света. Фотон. Спектр электромагнитных волн.
3. Геометрическая оптика. Преломление и отражение света. Полное внутренне отражение. Оптические волокна.
4. Интерференция и дифракция. Фокусировка излучения.
5. Принципы голографии.
6. Уровни энергии молекул, колебательные и вращательные подуровни.
7. Атомные и ядерные характеристики вещества.
8. Упругое и неупругое светорассеяние, поглощение и флуоресценция.
9. Оптические характеристики пигментов и связующих веществ, а также материалов, использовавшихся при создании произведений искусств.
10. Принципы работы лазеров. Активная среда, накачка, резонатор.
11. Типы лазеров (газовые, твердотельные, эксимерные, полупроводниковые).
12. Энергетические и временные характеристики лазерного излучения. Принципы безопасной работы с лазерными установками.
13. Оптические приборы, используемые для получения изображений.
14. Голографическая интерферометрия для исследования механических повреждений.
15. Поглощение рентгеновского излучения.
16. Рентгенофлуоресцентный анализ.
17. Оптическая профилометрия.
18. Абсорбционная, флуоресцентная и колебательная спектроскопия.
19. Принципы лазерной абляции.
20. Принципы масс-спектроскопии.
21. Хроматография.
22. Методы термического и механического анализа объектов культурного наследия.
23. Лазерная очистка произведений искусства. Преимущества по сравнению с механическими и химическими методами очистки.
24. Научно-методические основы экспертизы с применением оптических методов.
25. Оптическая спектроскопия старинной бумаги (проблема фоксингов).
26. Лазерное отбеливание старинной бумаги и спектроскопия продуктов абляции.
27. Методы оптической спектроскопии в датировке произведений живописи.
28. Методы оптической диагностики в археологии.
29. Исследования тканей, пергаментов, чернил и типографских красок, стёкол, керамики, изделий из камня, металла и дерева.