

**Программа МФК  
«АРТ-физика»  
(весенний семестр, 28 часов)**

**Аннотация**

Современные технологии исследования, экспертизы и реставрации объектов культурного наследия, в частности, произведений искусства невозможно представить без применения методов фотоники, основанных на использовании электромагнитного излучения различных диапазонов. Взаимодействие оптического излучения с веществом приводит к значительным изменениям параметров излучения. Измерение этих параметров позволяет всесторонне охарактеризовать исследуемый объект.

Разделы предлагаемого курса знакомят слушателей с фундаментальными понятиями, используемыми для описания электромагнитного излучения, основными оптическими явлениями и принципами, лежащими в основе взаимодействия оптического излучения с веществом. Основная часть курса посвящена описанию оптических приборов и методов, а также их применению для исследования живописных произведений, старинных бумажных документов, археологических объектов, изделий из ткани, кожи, стекла, керамики, камня, металла и дерева. Особое место в курсе отводится лазерным источникам оптического излучения. Они могут использоваться как инструменты воздействия на различные материалы и служить основой измерительно-аналитических систем. Демонстрационные занятия позволят слушателям ознакомиться с работой оптических и лазерных диагностических установок.

Предлагаемый курс рассчитан на студентов со знанием физики в объеме средней школы. Его целью является формирование понимания основных закономерностей и процессов, лежащих в основе современных оптических методов исследования и реставрации произведений искусства. Прослушав курс, студенты смогут анализировать данные, полученные при помощи естественнонаучных методов, и дополнять ими результаты искусствоведческого анализа.

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 оптических методов; (iii) владение системой современных знаний в области фотоники в объеме, 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.
4. Оптические характеристики пигментов и связующих веществ, а также материалов, использовавшихся при создании произведений искусств.

### Приборы и методы

5. 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.
6. Оптические приборы, используемые для получения изображений. Голографическая интерферометрия для исследования механических повреждений. Оптическая (абсорбционная, флуоресцентная, колебательная (КР и ИК-Фурье)) спектроскопия. Поляризационная и флуоресцентная микроскопия.
7. 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. Лазерно-индуцированная масс-спектроскопия.

### Применение оптических методов

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 оптической диагностики в археологии. Исследования тканей, пергаментов, чернил и типографских красок, стёкол, керамики, изделий из камня, металла и дерева.

### Демонстрационные занятия (4 часа)

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. Упругое и неупругое светорассеяние, поглощение и флуоресценция.
8. Оптические характеристики пигментов и связующих веществ, а также материалов, использовавшихся при создании произведений искусств.
9. Принципы работы лазеров. Активная среда, накачка, резонатор.
10. Типы лазеров (газовые, твердотельные, эксимерные, полупроводниковые).
11. Энергетические и временные характеристики лазерного излучения. Принципы безопасной работы с лазерными установками.
12. Оптические приборы, используемые для получения изображений.
13. Голографическая интерферометрия для исследования механических повреждений.
14. Поглощение рентгеновского излучения.
15. Рентгенофлуоресцентный анализ.
16. Оптическая профилометрия.
17. Абсорбционная, флуоресцентная и колебательная спектроскопия.
18. Принципы лазерной абляции.
19. Лазерная очистка произведений искусства. Преимущества по сравнению с механическими и химическими методами очистки.
20. Научно-методические основы экспертизы с применением оптических методов.
21. Оптическая спектроскопия старинной бумаги (проблема фоксингов).
22. Лазерное отбеливание старинной бумаги и спектроскопия продуктов абляции.
23. Методы оптической спектроскопии в датировке произведений живописи.
24. Методы оптической диагностики в археологии.
25. Исследования тканей, пергаментов, чернил и типографских красок, стёкол, керамики, изделий из камня, металла и дерева.