**Программа МФК**

**«ART-физика»**

**(весенний семестр, 24 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;
* как появился современный звукоряд и как визуализировать звук;
* как рождается звук в музыкальных инструментах и чем определяется уникальность некоторых из них.

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 АRТ-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. Поляризация излучения. Шкала электромагнитных волн. Геометрическая оптика. Преломление и отражение света. Диффузные и зеркальные поверхности. Полное внутренне отражение. Когерентность излучения. Интерференция и дифракция. Фокусировка излучения.

**Основы взаимодействия оптического излучения с веществом**

2. Взаимодействие света с веществом. Уровни энергии молекул вещества. Упругое и неупругое светорассеяние. Поглощение. Флуоресценция. Рентгенофлуоресцентный анализ. Понятие об оптической спектроскопии.

**Приборы и методы исследования**

3. Принципы работы лазеров. Свойства лазерного излучения. Типы лазеров. Энергетические и временные характеристики лазерного излучения. Средства доставки лазерного излучения. Применение лазеров. Принципы и применение голографии, голографическая интерферометрия для исследования механических повреждений. Оптические приборы, используемые для получения изображений. Оптическая профилометрия. Лидарные исследования. Лазерная абляция. Спектроскопия лазерно-индуцированной плазмы.

**Применение экспериментальных методов**

4. Оптические характеристики пигментов и связующих веществ, а также материалов, использовавшихся при создании произведений искусств.

5. Лазерная очистка произведений искусства. Преимущества по сравнению с механическими и химическими методами очистки.

6. Оптическая спектроскопия старинной бумаги (проблема фоксингов). Лазерное отбеливание старинной бумаги и диагностика ее состава.

7. Оптические методы в датировке и определении подлинности произведений живописи. Методы физической диагностики в археологии. Исследования тканей, пергаментов, чернил и типографских красок, стёкол, керамики, изделий из камня, металла и дерева.

8. Звуковые волны. Характеристики акустических сигналов. Ультразвук, инфразвук. Обработка звуковых сигналов. Акустические характеристики помещений. Шепчущие галереи. Особенности звучания музыкальных инструментов.

9. 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.
12. Энергетические и временные характеристики лазерного излучения.
13. Оптические приборы, используемые для получения изображений.
14. Голографическая интерферометрия для исследования механических повреждений.
15. Рентгенофлуоресцентный анализ.
16. Оптическая профилометрия.
17. Абсорбционная, флуоресцентная и колебательная спектроскопия.
18. Принципы лазерной абляции.
19. Принципы масс-спектроскопии.
20. Принципы хроматографии.
21. Методы термического и механического анализа объектов культурного наследия.
22. Лазерная очистка произведений искусства. Преимущества по сравнению с механическими и химическими методами очистки.
23. Научно-методические основы экспертизы с применением оптических методов.
24. Оптическая спектроскопия старинной бумаги (проблема фоксингов).
25. Лазерное отбеливание старинной бумаги и спектроскопия продуктов абляции.
26. Методы оптической спектроскопии в датировке произведений живописи.
27. Методы оптической диагностики в археологии.
28. Характеристики акустических сигналов. Ультразвук, инфразвук.
29. Звуковые волны. Обработка звуковых сигналов.
30. Исследования тканей, пергаментов, чернил и типографских красок, стёкол, керамики, изделий из камня, металла и дерева.