|  |
| --- |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное  учреждение высшего образования  Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова |

Физический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**(межфакультетского учебного курса)**

**Арт-физика**

**Art-physics**

*наименование дисциплины*

**Уровень высшего образования:** бакалавриат, магистратура, специалитет

**Направление подготовки:** все направления

*(код и название направления)*

**Профиль (направленность) ОПОП:** все

*(название направленности)*

Форма обучения: очная

**Автор:** Чикишев Андрей Юрьевич

Брандт Николай Николаевич

Москва 2023

**1. Цель освоения дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:**

Дисциплина направлена на формирование у студента компетенций:

– умение, используя междисциплинарные системные связи наук, самостоятельно выделять и решать основные проблемы с целью планирования устойчивого развития;

– владение методологией научных исследований объектов культурного наследия при помощи физических методов;

– владение системой современных знаний в области АRТ-физики в объёме, необходимом для успешной профессиональной деятельности и возможности образования в течение всей жизни.

**2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО:**

Дисциплина **«Арт-физика»** относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы высшего образования по всем направлениям бакалавриата и магистратуры, специалитета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Период – **1 (один) семестр обучения**, 1 з.е. / 36 часов.

**3. Объем дисциплины составляет:**

Объем дисциплины – 1 з.е. / 36 часов, включая 24 часа на занятия лекционного типа, 12 часов на самостоятельную работу обучающегося. Вид промежуточной аттестации – **зачет**.

**4. Тематический план: структура дисциплины по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в соответствии с учебным планом)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование**  **разделов и тем дисциплины,**  **Форма промежуточной**  **аттестации по дисциплине** | **Номинальные трудозатраты**  **обучающегося** | | | **Всего академических часов** | **Форма текущего контроля успеваемости[[1]](#footnote-1) \*** |
| **Контактная работа  (работа во взаимодействии с преподавателем)**  **Виды контактной работы, академические часы** | | **Самостоя-тельная**  **работа**  **обучаю-**  **щегося,**  **академи-**  **ческие**  **часы** |
| **Занятия**  **лекционного**  **типа** | **Занятия**  **семинарского**  **типа / (в**  **интерактивной форме)** |
| Тема 1. Основные понятия | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 2. Взаимодействие излучения с веществом | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 3. Основа работы лазеров | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 4. Важнейшие оптические приборы | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 5. Оптические характеристики объектов культурного наследия | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 6. Лазерная абляция | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 7.Спектроскопия старинной бумаги | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 8.Датировка и идентификация объектов культурного наследия | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 9. Звуковые волны, как культурно-историческая среда | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 10. Не спектральные методы исследования объектов культурного наследия. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 11. Демонстрационные занятия (ИК-Фурье спектроскопия) | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 12. Демонстрационные занятия (КР микроспектроскопия) | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Промежуточная аттестация:  **Зачет** |  |  |  |  | ПК, КО, П |
| **Итого** | **24** | **-** | **12** | **36** |  |

**5. Содержание разделов, тем дисциплины: краткое содержание дисциплины (темы** **межфакультетского учебного курса):**

**Раздел I.**

**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.

**Раздел II.**

**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.

**Раздел III.**

**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.

4. Принципы и применение голографии, голографическая интерферометрия для исследования механических повреждений. Оптические приборы, используемые для получения изображений. Оптическая профилометрия. Лидарные исследования.

**Раздел IV.**

**Применение экспериментальных методов**

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

6. Лазерная абляция. Лазерная очистка произведений искусства. Спектроскопия лазерно-индуцированной плазмы. Преимущества по сравнению с механическими и химическими методами очистки.

7. Оптическая спектроскопия старинной бумаги (проблема фоксингов). Лазерное отбеливание старинной бумаги и диагностика ее состава. Исследование древних рукописей.

8. 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.

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

10. Хроматография и масс-спектроскопия, методы термического и механического анализа. Атомные и ядерные характеристики вещества. Методы атомной и ядерной физики.

**Раздел V.**

**Демонстрационные занятия (6 часов)**

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

**6. Перечень вопросов для подготовки к зачету**

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.

**7. Ресурсное обеспечение:** п**еречень основной и дополнительной литературы**

**Основная литература:**

1. С.А. Ахманов, С.Ю. Никитин, Физическая оптика. М.: Изд-во МГУ. 1998.

2. А.Н. Матвеев, Оптика. М.: Высшая школа. 1985.

3. В.П. Кандидов, А.Ю. Чикишев, Компьютерный эксперимент в курсе «Физика волновых процессов», М.: Физический факультет МГУ, 2018.

4. Ф. Крауфорд, Волны. М.: Наука. 1976.

5. Г. Пейн, Физика колебаний и волн. М.: Мир. 1979.

6. Е. Скучик, Основы акустики. М.: Мир. 1976.

**Дополнительная литература:**

1. ATR-FTIR and FT Raman spectroscopy and laser cleaning of old paper samples with foxings / N.N. Brandt, A.Y. Chikishev, K. Itoh, N.L. Rebrikova // Laser Physics. — 2009. — Vol. 19, no. 3. — P. 483–492.

2. Laser ablation of paper: Raman identification of products / I.A. Balakhnina, N.N. Brandt, A.Y. Chikishev et al. // Applied Physics A: Materials Science and Processing. — 2014. — Vol. 117, no. 4. — P. 1865–1871. DOI 10.1007/s00339-014-8848-7.

3. Fourier transform infrared (FTIR) microspectroscopy of 20th century russian oil paintings: Problem of dating / I. Balakhnina, N. Brandt, A. Chikishev et al. // Applied Spectroscopy. — 2016. — Vol. 70, no. 7. — P. 1150–1156. DOI 10.1177/0003702816652330

4. Raman microspectroscopy of blue-green historical beads: comparative study of undamaged and strongly degraded samples / I.A. Balakhnina, N.N. Brandt, A.Y. Chikishev et al. // Journal of Raman Spectroscopy. — 2017. — Vol. 49, no. 3. — P. 506–512. DOI 10.1002/jrs.5305.

5. Single-pulse two-threshold laser ablation of historical paper / I.A. Balakhnina, N.N. Brandt, A.Y. Chikishev, I. G. Shpachenko // Laser Physics Letters. — 2018. — Vol. 15. — P. 065605. DOI 10.1088/1612-202X/aab94e.

6. Laser ablation as a method for microsampling of paint layers / I.A. Balakhnina, N.N. Brandt, A.E. Dedova et al. // Laser Physics. — 2022. — Vol. 32. — P. 066001. DOI 10.1088/1555-6611/ac687a.

7. Raman microspectroscopy of fresco fragments from the Annunciation church at Gorodishche at Veliky Novgorod / I. Balakhnina, T. Anisimova, A. Mankova et al. // European Physical Journal Plus. — 2021. — Vol. 136. — P. 610. DOI 10.1140/epjp/s13360-021-01604-8.

**8. Преподаватели дисциплины:**

Преподаватели физического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова (кафедра общей физики и волновых процессов):

Чикишев Андрей Юрьевич (ответственный лектор), д.ф.-м.н., профессор;

Брандт Николай Николаевич, к.ф.-м.н., доцент.

1. Формы текущего контроля успеваемости – это: проверка конспектов лекций и первоисточников (статьи, монографии, учебника, книги и пр.) (ПК); контрольный (устный / письменный) опрос (КО); презентация доклада, выступления, реферата (П); Формы текущего контроля успеваемости по некоторым темам дисциплины сопровождаются устными индивидуальными выступлениями (В) и групповой дискуссией (обсуждение противоречивых, проблемных тем и вопросов) обучающихся (Д). [↑](#footnote-ref-1)