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

Физический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**(межфакультетского учебного курса)**

**Магнетизм вокруг нас**

**Magnetism around us**

*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

**Авторы:** Грановский Александр Борисович

Копцик Сергей Владимирович

Котельникова Ольга Анатольевна

Шалыгина Елена Евгеньевна

Шапаева Татьяна Борисовна

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 основными понятиями и методологией научных исследований в области физики магнитных явлений;

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

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

Дисциплина **«Магнетизм вокруг нас»** 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. Введение. Понятие о магнетизме от древности до наших дней. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 2. Общие сведения о магнетизме. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 3. Магнетизм как квантовое явление. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 4. Виды магнитного порядка. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 5. Поведение различных веществ в магнитном поле. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 6. Магнетизм и свет. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 7. Основные магнитооптические эффекты. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 8. Магнитные материалы и их применения. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 9. Магнитные материалы и информационные технологии | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 10. Магнетизм в космосе. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 11. Магнитное поле Земли и его экологическая роль. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 12. Магнетизм в биологии и медицине | 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.**

**Понятие о магнетизме от древности до наших дней**

1. Магнетизм и научно-технический прогресс. Современное представление о физике магнитных явлений. Спинтроника и нейроморфные вычисления для создания искусственного интеллекта.

**Раздел II.**

**Общие сведения о магнетизме**

2. Магнитное поле. Магнитная индукция. Сила Лоренца. Сила Ампера. Опыт Роуланда. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Атом Бора. Магнетон Бора. Понятие о квантовой частице. Принцип неопределенности Гейзенберга. Соотношение де-Бройля. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния. Момент количества движения. Орбитальный магнитный момент. Спиновый магнитный момент. Магнитный момент атома. Магнитный момент атома в магнитном поле. Опыт Штерна и Герлаха. Магнитное поле: практическое применение. От компаса до большого адронного коллайдера.

3. Виды магнитного порядка. Поведение различных веществ в магнитном поле. Диа-, пара- и ферромагнетики. Магнитный момент. Взаимодействие магнитного момента с магнитным полем. Молекулярные токи Ампера. Магнитные домены и доменные структуры.

**Раздел III.**

**Магнетизм и свет**

4. Основные магнитооптические эффекты. Физическая сущность магнитооптических эффектов и их классификация. Феноменологическая теория магнитооптических эффектов, в том числе в однослойных и многослойных тонкопленочных системах. Магнитооптическое исследование магнитных материалов с целью получения информации о зонной структуре, магнитных характеристиках, микромагнитных структурах, фазовых состояний ферромагнетиков.

**Раздел IV.**

**Магнитные материалы и их применения**

5. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Магнитные датчики. Новые магнитные материалы. Мультиферроики. Сплавы Гейслера. Разбавленные магнитные полупроводники. Магнитоэластомеры. Материалы с памятью формы. Материалы с магнитокалорическим эффектом. Понятие и синапсе в искусственном интеллекте. Мемристоры для нейроморфных вычислений

6. Магнитные материалы и информационные технологии. Магнитная запись информации: история, перспективы развития и возможности использования для создания систем искусственного интеллекта. Принципы работы вычислительной техники. Хранение и обработка информации

**Раздел V.**

**Магнетизм в космосе**

7. Сильные магнитные поля в космосе, сверхсильные поля нейтронных звезд и магнетаров. Магнитные неустойчивости, структура галактики и значение магнитной стабилизации движения спиральных рукавов галактики для возникновения/поддержания жизни на Земле. Методы измерения далеких магнитных полей. Магнитные неустойчивости и цикличность солнечной активности, солнечное динамо. Визуализация магнитного поля Солнца. Представления о структуре Солнца и формировании солнечного динамо, модель Юджина Паркера. Магнитное поле Земли и его экологическая роль. Палеомагнетизм. Значение магнитных исследований для становления представлений о движении континентов. Экологическая роль магнитного поля Земли. Представления о последующей эволюции Солнца и глобальное потепление.

**Раздел VI.**

**Магнетизм в биологии и медицине**

8. Магнитные и электрические свойства некоторых естественных биологических материалов. Простейшая классификация биокомпонентов, одноклеточных и многоклеточных живых систем. Магнитотактические бактерии. Окислы железа и ионы железа в живых организмах. Магнитные свойства крови. Биологические эффекты электромагнитных полей. Возможные механизмы воздействия слабых и сильных электромагнитных полей на биологические объекты. Структура и функции биомембран. Электрокардиограмма и магнитокардиограмма – сравнительный анализ достоинств и недостатков. Магнитное поле в жизненных циклах организмов. Механизмы ориентирования живых организмов в магнитном поле Земли –“живой” компас. Магниторезонанская томография, магнитная сепарация, магнитная гипертермия, магнитная доставка лекарств, магнитные биосенсоры и другие применения в медицине.

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

1. Основные магнитные эффекты.

2. Основные законы физики магнитных явлений

3. История развития магнетизма.

4. Технические устройства и явления природы, в которых работают законы магнетизма.

5. Магнитные параметры. Единицы измерений.

6. Диа-, пара- и ферромагнетики. Примеры материалов.

7. Магнитный момент атома.

8. Магнитное поле. Способы его создания и измерения.

9. Магнитокалорический эффект. Примеры материалов, обладающих магнитокалорическим эффектом.

10. Магнитооптические эффекты.

11. Функциональные магнитные материалы. Способы их использования.

12. Магнитная запись информации. Способы хранения информации и способы считывания информации.

13. Магнитные свойства крови и других биологических тканей.

14. Биологические эффекты электромагнитных полей.

15. Электрокардиограмма и магнитокардиограмма.

16. Механизмы ориентации живых организмов в магнитном поле Земли.

17. Магнитное поле Земли и его экологическая роль.

16. Методы измерения удаленных магнитных полей.

17. Источник энергии и механизмы усиления магнитного поля; понятие о гидродинамическом динамо.

18. Экологическое значение магнитных неустойчивостей и магнитной стабилизации галактического масштаба.

19. Что такое нейроморфные вычисления.

20. Мемристор как имитатор синапса в нейроморфных вычислениях для создания искусственного интеллекта.

21. Приведите пример системы искусственного интеллекта, созданной на основе физики магнитных явлений.

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

**Основная литература:**

1. Белов К.П., Бочкарев Н.Г., Магнетизм на Земле и в космосе, М., Наука, 1983 г.

2. Вонсовский С.В., Магнетизм, М., Наука, 1984 г.

3. Зенгуил Э. Физика поверхности. М.: Мир, 1990 г.

4. Каганов М.И., Цукерник В.М., Природа магнетизма. М., Наука, 1982 г.

5. Карцев В.П. Магнит за три тысячелетия. М.: Энергоатомиздат, 1988 г.

6. Тикадзуми С. Физика ферромагнетизма. Магнитные свойства вещества. М.: Мир, 1983 г.

7. Тилли Д.Р., Тилли Дж. Сверхтекучесть и сверхпроводимость, изд-во “Мир”, 1977 г.

8. Чечерников В.И.“Магнитные измерения”, Москва, “Наука”, 1968 г.

9. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводников. МЦНМО, 2000 г

10. Kannan M. Krishnan. Fundamentals and applications of magnetic materials. 2016

**Дополнительная литература:**

1. Vedmedenko E. Y. et.al. The 2020 magnetism roadmap. Journal of Physics D: Applied Physics 53 (2020), 453001. <https://doi.org/10.1088/1361-6463/ab9d98>

2. Kimel A. et.al. The 2022 magneto-optics roadmap. Journal of Physics D: Applied Physics 55 (2022), 463003. <https://doi.org/10.1088/1361-6463/ac8da0>

3. Hubert A., Schäfer R. Magnetic Domains. The Analysis of Magnetic Microstructures. Springer 2008.

**8. Преподаватели дисциплины:**

Преподаватели физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (кафедра магнетизма):

Грановский Александр Борисович (д.ф.-м.н., профессор);

Шалыгина Елена Евгеньевна (д.ф.-м.н., профессор);

Котельникова Ольга Анатольевна (к.ф.-м.н., доцент);

Копцик Сергей Владимирович (к.ф.-м.н.);

Шапаева Татьяна Борисовна (ответственный лектор), (к.ф.-м.н.).

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)