**«Магнетизм вокруг нас» (межфакультетский курс, 24 часов)**

Лекторы (Шапаева Татьяна Борисовна (ответственный лектор), Грановский Александр Борисович, Шалыгина Елена Евгеньевна, Котельникова Ольга Анатольевна, Копцик Сергей Владимирович)

Идентификатор zoom конференции: 850 3552 7809

Среда 15.10 – 16.40

**Введение. *2 часа. (Грановский А.Б.)***

Понятие о магнетизме от древности до наших дней. Магнетизм и научно-технический прогресс. Современное представление о физике магнитных явлений. Спинтроника и нейроморфные вычисления для создания искусственного интеллекта.

**Общие сведения о магнетизме*. 4 часа. (Шапаева Т.Б)***

Магнитное поле. Магнитная индукция. Сила Лоренца. Сила Ампера. Опыт Роуланда. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Атом Бора. Магнетон Бора. Понятие о квантовой частице. Принципнеопределенности 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.

**Поведение различных веществ в магнитном поле. 4 *часа (Котельникова О.А.)***

Диа-, пара- и ферромагнетики. Магнитный момент. Взаимодействие магнитного момента с магнитным полем. Молекулярные токи Ампера. Магнитные домены и доменные структуры.

**Магнитооптика магнитоупорядоченных сред*. 4 часа. (Шалыгина Е.Е.)***

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.

**Магнитные материалы и их применения. *2 часа. (Грановский А.Б)***

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

**Магнитные материалы и информационные технологии*. 2 часа. (Шапаева Т.Б.)***

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

**Магнетизм в космосе*. 4 часа. (Копцик С.В.)***

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

**Магнетизм в биологии и медицине*. 2 часа. (Грановский А.Б.)***

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.

**Заключение*. Зачет. 2 часа.***

**Вопросы 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.

Список литературы.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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