

**«Магнетизм вокруг нас»  
(межфакультетский курс, 30 часов)**

Лекторы: Перов Николай Сергеевич (ответственный лектор), Шалыгина Елена Евгеньевна,  
Шапаева Татьяна Борисовна, Грановский Александр Борисович, Котельникова Ольга  
Анатольевна, Копчик Сергей Владимирович

**Краткая аннотация курса**

Цель изучения данного курса – ознакомить неспециализирующихся в физике и магнетизме студентов и аспирантов с базовыми понятиями физики магнитных явлений, дать представление о магнитных материалах и сферах их использования. Особое внимание уделяется обсуждению использования достижений физики магнитных явлений в смежных с физикой конденсированного состояния областях - биологии, медицине, химии, геофизике.

В курсе проведена классификация современных магнитных материалов и даны примеры их использования, описаны основные методы их получения.

Предлагаемый курс в предельно концентрированном виде включает в себя большую часть принципиально важной информации об основных магнитных явлениях и способах их использования в науке и технике. Дается объяснение современных принципов магнитной записи информации и обсуждаются основные свойства магнитных наноматериалов для спинтроники. Важное место в курсе занимает изложение материала, посвященного основным магнитным методам диагностики, сертификации, контроля и экспериментальных исследований.

В курсе сделана попытка объяснения как чисто научного (фундаментального) интереса к природе магнетизма и магнитного состояния материалов, так и некоторых аспектов практического применения этих материалов.

Курс будет полезен и интересен для широкого круга слушателей, интересующихся современными научными проблемами и вопросами их практического применения.

Целью курса заключается в расширении кругозора студентов в области магнитных материалов и физики магнитных явлений. В результате освоения дисциплины студент должен представлять фундаментальные механизмы формирования свойств магнитных материалов, особенности их поведения в различных условиях (при изменениях температуры, давления, магнитного поля и т.п.); владеть представлениями о современных методах физики магнитных явлений и возможностях их использования в различных областях знаний; знать основные понятия физики магнитных материалов, владеть соответствующей терминологией, представлять возможности практических применений магнитных материалов и магнитных методов исследования; уметь самостоятельно принимать решение о выборе различных магнитных материалов, необходимых для решения различных научно-исследовательских задач в различных областях с помощью методов физики магнитных явлений

## Программа курса

### ***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.

Основные понятия физики магнитных явлений. История открытия магнитных эффектов. Магнитные параметры. Единицы измерений.

### ***Общие сведения о магнетизме. 8 часов. (Котельникова О.А.-4 часа, Шапаева Т.Б.-4 часа.)***

Магнитное поле. Магнитная индукция. Сила Лоренца. Опыт Роуланда. Поведение различных веществ в магнитном поле. Диа-, пара- и ферромагнетики. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитный момент. Взаимодействие магнитного момента с магнитным полем. Молекулярные токи Ампера. Магнитные домены и доменные структуры.

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.

### ***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.

Управление светом с помощью магнитного поля. Крылья бабочек и фотонные кристаллы. Фотонные кристаллы. Практическое применение магнитооптики (магнитооптический модулятор, монитор или видеопроектор на базе фотонных кристаллов).

### ***Магнитные материалы и их применения. 6 часов. (Перов Н.С.-4 часа, Грановский А.Б.-2 часа)***

Электричество и магнетизм. Электрические машины. Постоянные магниты. Магнитные датчики. Новые магнитные материалы. Мультиферроики. Магнитоэластомеры. Материалы с памятью формы. Материалы с магнитокалорическим эффектом.

### ***Магнитные материалы и информационные технологии. 4 часа. (Шапаева Т.Б.-2 часа, Перов Н.С.-2 часа.)***

Принципы работы вычислительной техники. Хранение информации. Магнитная запись информации. Материалы для спинтроники. Квантовые вычисления.

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

Магнитные и электрические свойства некоторых естественных биологических материалов. Простейшая классификация биокomпонентов, 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. Биомембрана в магнитном поле.

### ***Магнитные поля человека. 2 часа. (Перов Н.С.)***

Электрокардиограмма и магнитокардиограмма – сравнительный анализ достоинств и недостатков. ЯМР томография. Магнитная томография мозга с помощью микро СКВИДов. Магнитное поле в жизненных циклах организмов. Механизмы ориентирования живых организмов в магнитном поле Земли – “живой” компас.

***Магнетизм в космосе. 2 часа. (Копчик С.В.)***

Магнитные неустойчивости, структура галактики и значение магнитной стабилизации движения спиральных рукавов галактики для возникновения/поддержания жизни на Земле. Методы измерения удаленных магнитных полей. Кинематическое усиление магнитного поля. Понятие о гидродинамическом динамо. Магнитные неустойчивости и цикличность солнечной активности. Визуализация магнитного поля Солнца.

***Заключение. Зачет. 2 часа.***

**Вопросы к зачету:**

1. Основные магнитные эффекты.
2. Магнитные параметры. Единицы измерений.
3. Диа-, пара- и ферромагнетики. Примеры материалов.
4. Магнитное поле. Способы его создания и измерения.
5. Принципы работы электрических машин.
6. Магнитный момент атома.
7. Магнитооптические эффекты и их применение.
8. Функциональные магнитные материалы. Примеры функциональных магнитных материалов. Способы их использования.
9. Магнитокалорический эффект. Примеры материалов, обладающих магнитокалорическим эффектом.
10. Магнитная запись информации. Способы хранения информации и способы считывания информации.
11. Биологические эффекты электромагнитных полей.
12. Механизмы ориентации живых организмов в магнитном поле Земли.
13. Магнитные свойства крови и других биологических тканей.
14. Магнитоэнцефалография и магнитокардиография.
15. ЯМР томография.
16. 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.

**Список литературы.**

- Белов К.П., Бочкарев Н.Г., Магнетизм на Земле и в космосе, М., Наука, 1983 г.  
Вонсовский С.В. Современное учение о магнетизме. М.:Гостехиздат,1952 г.  
Вонсовский С.В., Магнетизм, М., Наука, 1984 г.  
Зенгуил Э.. Физика поверхности. М.: Мир, 1990.  
Каганов М.И., Цукерник В.М., Природа магнетизма. М., Наука, 1982 г.  
Карцев В.П.. Магнит за три тысячелетия. М.: Энергоатомиздат, 1988.  
Кринчик Г.С.. Физика магнитных явлений. М.: Изд. МГУ, 1985.  
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.