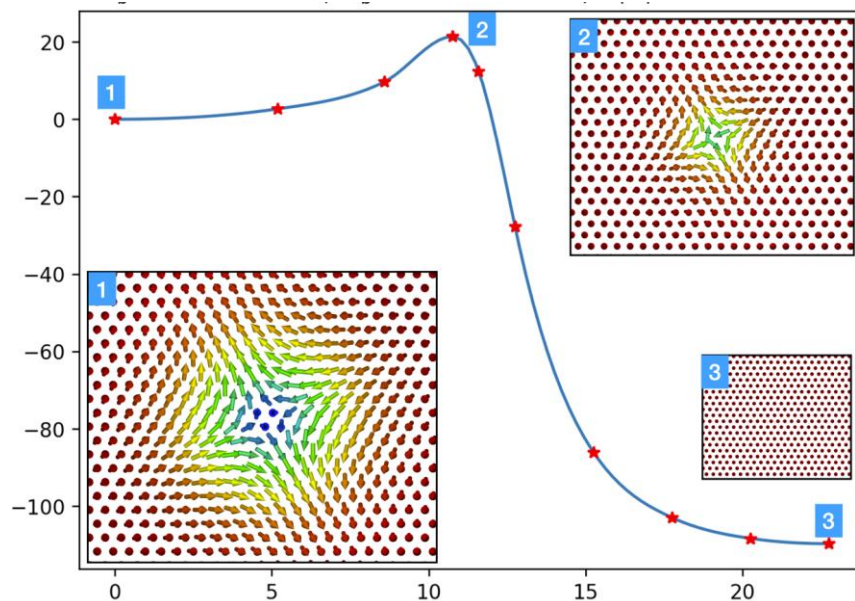


Спинтроника

Spintronics



1.Название: Спинтроника
Course title: Spintronics

2. Лектор: Валерий Уздин
Ассистенты:
Lecturer: Valery Uzdin
Assistants:

3. Краткая аннотация (500-700 символов, на простом и доступном языке):

Курс предполагает знакомство с современным состоянием бурно развивающихся областей физики и технологии, связанных с магнетизмом нано и микросистем. С одной стороны будут обсуждаться современные методы исследования наноструктур, включая синхротронную и рентгеновскую спектроскопию, нейтронное рассеяние, туннельную микроскопию и др., а с другой стороны предполагается изучение теоретических подходов, используемых для описания физических свойств, упорядочения и динамики магнитных наносистем и интерпретации экспериментальных данных. Предполагается также выполнение индивидуальных проектов, связанных с моделированием магнитных микро и наносистем.

Short annotation (500-700 characters, in plain and simple language):

The course involves the study of the current state of rapidly developing areas of physics and technology related to the magnetism of nano and microsystems. On the one hand, modern methods for studying nanostructures will be discussed, including synchrotron and X-ray spectroscopy, neutron scattering, tunneling microscopy, etc., and on the other hand, it is planned to study theoretical approaches used to describe physical properties, the ordering and

dynamics of magnetic nanosystems as well as for the interpretation of experimental data. It is also planned to implement individual projects related to the modeling of magnetic micro and nanosystems.

4. Название программы и семестр: Прикладная и теоретическая физика, пятый семестр
Study program and semester: Applied and Theoretical Physics, fifth semester

5. Детальное описание курса:

1. Магнетизм на разных пространственных масштабах. Использование спиновых степеней свободы. Новые магнитные состояния и структуры: магнитные сверхрешетки, обменные магнитные пружины, скирмионы и др.
2. Иерархии физических моделей. Безразмерные параметры. Идеальный газ – газ твердых шаров – классическая плазма – квантовая плазма.
3. Природа магнетизма. Диа, пара и ферромагнетизм. Локализованные и коллективизированные модели магнетизма.
4. Антиферромагнитное межслойное взаимодействие в магнитных сверхрешетках. Гигантское магнетосопротивление.
5. Модель Изинга. Отсутствие фазового перехода в одномерной модели Изинга. Голдстоуновские моды.
6. Обобщенная модель Гейзенберга. Обменная анизотропия. Взаимодействие Дзялошинского-Мории.
7. Приближение среднего поля. Теория Ландау фазовых переходов.
8. Модели коллективизированного магнетизма. Модели Хаббарда, Андерсона, Александера-Андерсона.
9. Функции Грина для модели Андерсона. Плотность состояний и расчеты магнитных моментов.
10. Неколлинеарный магнетизм в коллективизированных моделях. Неколлинеарная магнитная структура.
11. Топологические магнитные структуры. Беговая магнитная память
12. Устойчивость магнитных состояний. Теория переходного состояния
13. Динамика магнитных состояний. Уравнение Ландау-Лифшица-Гильберта
14. Перспективы спинтроники

Detailed content of the course

1. Magnetism at different spatial scales. Exploring of spin degrees of freedom. New magnetic states and structures :
magnetics superlattices, exchange magnetic springs, skyrmions etc.
2. Hierarchy of physical models. Dimensionless parameters. Ideal gas – gas of solid balls – classical plasma – quantum plasma.
3. The nature of magnetism. Dia, para and ferromagnetism. Localized and itinerant models of magnetism.
4. Antiferromagnetic exchange coupling in magnetic superlattices. Giant magnetoresistance.
5. Ising model. Absence of phase transition in 1-dimensional Ising model. Goldstone modes.
6. Generalized Heisenberg model. Exchange, anisotropy, Dzyaloshinskii-Moriya interaction.
7. Mean field approximation. Landau theory of phase transitions.
8. Models of itinerant magnetism. Hubbard, Anderson, Alexander-Anderson Models.
9. Green function for Anderson model. Density of states and magnetic moment calculations.
10. Non-collinear magnetism within the framework of itinerant models. Non-collinear magnetic structures.
11. Topological magnetic structures. Racetrack memory.
12. Stability of magnetic states. Transition state theory

13. Dynamics of magnetic states. Landau–Lifshitz–Gilbert equation.
14. Perspectives of spintronics

6. Рекомендованная литература:

Основная:

1. С.В. Вонсовский, Магнетизм
2. А.Г. Гуревич, Г.А. Мелков, Магнитные колебания и волны

Дополнительная:

1. Р. Уайт, Квантовая теория магнетизма
2. J. M. D. Coey, Magnetism and Magnetic Materials
3. Skyrmions. Topological Structures, Properties, and Applications, Edited by J Ping Liu Zhidong Zhang Guoping Zhao
4. Handbook of Magnetism and advanced magnetic materials, Ed. H. Kronmüller, S. Parkin

7. Предварительно пройденные курсы, необходимые для изучения предмета:

Общая физика. Электродинамика. Квантовая механика. Статистическая физика

8. Как оценивается успеваемость по курсу:

Наряду изучением материала на лекциях предполагается выполнение индивидуальных проектов, включающих компьютерное моделирование, аналитические и численные расчеты, а также доклады-презентации с представлением результатов. На финальную оценку влияют как результат экзамена, так и результаты работы по проектам.