

Приложение № 27

к приказу

от 09.06.23 № 54/1

ПРИНЯТО
на заседании кафедры
физики ФМШ СФУ
Протокол № 10
от «2» 06 2023г.

ПРИНЯТО
на заседании
Ученого совета
ФМШ СФУ
Протокол № 9
от «5» 06 2023г.

УТВЕРЖДЕНО
Директор ФМШ СФУ
В.А. Енгуразова
«09» 06 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА
«НАНОРАЗМЕРНЫЙ МАГНЕТИЗМ»
(2023-2024 гг.)**

Составители:

Орлов В.А., канд. физ.-мат. наук, заведующий кафедрой экспериментальной физики и инновационных технологий СФУ, старший научный сотрудник лаборатории магнитодинамики Института физики ФИЦ КНЦ СО РАН

Соколов А.Э. канд. физ.-мат. наук, заместитель директора Института физики им. Л.В. Киренского по научной работе, старший научный сотрудник лаборатории физики магнитных явлений Института физики ФИЦ КНЦ СО РАН, доцент кафедры экспериментальной физики и инновационных технологий СФУ

Красноярск 2023

Настоящая рабочая программа разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования и на основе требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования физико-математической школы-интерната ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». В соответствии с учебным планом ФМШ СФУ элективный курс «магнетизм наночастиц: Новые объекты и современные вызовы» изучается по выбору обучающихся в 10 или 11 классах в объеме 1 час в неделю в течение года обучения, всего 34 часа.

Курс направлен на изучение магнитных свойств наноразмерных объектов: наноточек, нанопроволок, нанолент и пр., их применение и перспективы использования. В рамках курса рассматриваются основы теории магнетизма, слушатели знакомятся с современным экспериментальным оборудованием для исследования магнитных свойств вещества. Особое внимание уделяется экзотическим свойствам наномангнетиков, обладающих, так называемой, вихревой структурой намагниченности. Рассматриваются вопросы применения магнитных нанобъектов в различных отраслях: научных исследованиях, устройствах спинтроники, биомедицине, космических технологиях и пр.

В рамках курса предусмотрены обзорные экскурсии в лаборатории СФУ, Института физики им. Л.В. Киренского ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого.

Целесообразным является поддержка курса занятиями в модуле «Наноразмерный магнетизм» программы дополнительного образования «Научная лаборатория».

Цель курса: сформировать у школьников представление о современном уровне научного знания в области физики магнетизма, получить представление о перспективах использования новых функциональных наноматериалов в различных отраслях деятельности человека.

Задачи:

- познакомиться с современными проблемами физики магнетизма и элементами математического аппарата.
- познакомиться с технологиями получения и исследования магнитных свойств наноматериалов;
- получить начальные навыки интерпретации экспериментальных и теоретических результатов при изучении магнитных свойств нанобъектов.

Образовательные результаты

В результате изучения курса обучающийся должен

- знать основные виды взаимодействий, определяющие магнитные свойства объекта;
- знать основные методы синтеза и исследования магнитных нанообъектов;
- знать перспективные области применения магнитных наноматериалов.
- уметь проводить простые расчеты магнитных параметров симметричных низкомерных объектов;
- уметь интерпретировать полученные теоретические и экспериментальные результаты и предсказывать простые качественные характеристики наноразмерных частиц.
- владеть навыками работы с современной литературой;
- владеть приемами простых математических расчетов магнитных свойств и навыками использования математических пакетов.
- владеть навыками принятия решений при выборе типов нанообъекта для решения той или иной практической задачи.

Личностные результаты включают в себя:

в сфере гражданского воспитания:

- сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества;
- принятие традиционных национальных, общечеловеческих гуманистических и демократических ценностей;
- представление о видах идентичности, актуальных для становления человечества и общества, для жизни в современном поликультурном мире;
- готовность противостоять идеологии экстремизма, национализма, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам;
- умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением; готовность к гуманитарной и волонтерской деятельности;

в сфере патриотического воспитания:

- сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма, уважения к своему народу, чувства ответственности перед Родиной, гордости за свою страну, свой край, свой язык и культуру, прошлое и настоящее многонационального народа России;
- ценностное отношение к государственным символам, историческому и природному наследию, памятникам, традициям народов России, достижениям России в науке, технологиях, труде;

в сфере духовно-нравственного развития:

- сформированность нравственного сознания, этического поведения, способность оценивать ситуации нравственного выбора и принимать

осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные ценности и нормы современного российского общества;

- понимание значения личного вклада в построение устойчивого будущего;

- ответственное отношение к своим родителям, представителям старших поколений, осознание значения создания семьи на основе принятия ценностей семейной жизни в соответствии с традициями народов России;

- освоение гуманистических традиций и ценностей, уважение к личности, правам и свободам человека, культурам разных народов;

в сфере эстетического воспитания:

- представление об исторически сложившемся культурном многообразии своей страны и мира;

- эстетическое отношение к миру, современной культуре, включая эстетику быта, научного и технического творчества, спорта, труда, общественных отношений;

в сфере физического воспитания:

- осознание ценности жизни и необходимости ее сохранения;

- представление об идеалах гармоничного физического и духовного развития человека в исторических обществах и в современную эпоху;

в сфере трудового воспитания:

- понимание значения трудовой деятельности как источника развития человека и общества;

- уважение к труду и результатам трудовой деятельности человека;

- формирование интереса к различным сферам профессиональной деятельности;

- мотивация и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни;

в сфере экологического воспитания:

- осмысление исторического опыта взаимодействия людей с природной средой, его позитивных и негативных проявлений;

в понимании ценности научного познания:

- сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития исторической науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, способствующего осознанию своего места в поликультурном мире;

- осмысление значения истории как знания о развитии человека и общества, о социальном и нравственном опыте предшествующих поколений;

- совершенствование языковой и читательской культуры как средства взаимодействия между людьми и познания мира;

- овладение основными навыками познания и оценки событий прошлого с позиций историзма, готовность к осуществлению учебной проектно-исследовательской деятельности в сфере истории;

- приобщение к истокам культурно-исторического наследия человечества, интерес к его познанию за рамками учебного курса и школьного обучения.

Работа на программе способствует также развитию *эмоционального интеллекта* школьников, в том числе *самосознания* (включая способность осознавать роль эмоций в отношениях между людьми); *саморегулирования*, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за свое поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость, быть открытым новому; *внутренней мотивации*, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей; *эмпатии* (способность понимать другого человека, оказавшегося в определенных обстоятельствах); *социальных навыков* (способность выстраивать конструктивные отношения с другими людьми, регулировать способ выражения своих суждений и эмоций с учетом позиций и мнений других участников общения).

Метапредметные результаты включают в себя следующие умения:

1) в сфере универсальных учебных познавательных действий:

владение базовыми логическими действиями:

- формулировать проблему, вопрос, требующий решения;
- устанавливать существенный признак или основания для сравнения, классификации и обобщения;
- определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;
- выявлять закономерные черты и противоречия в рассматриваемых явлениях;
- разрабатывать план решения проблемы с учетом анализа имеющихся ресурсов;
- вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;

владение базовыми исследовательскими действиями:

- определять познавательную задачу; намечать путь ее решения и осуществлять подбор материала, объекта;
- владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности;
- выявлять характерные признаки явлений;
- раскрывать причинно-следственные связи; сравнивать события, ситуации, определяя основания для сравнения, выявляя общие черты и различия;
- формулировать и обосновывать выводы; соотносить полученный результат с имеющимися знаниями;

- определять новизну и обоснованность полученного результата;
- представлять результаты своей деятельности в различных формах (сообщение, эссе, презентация, реферат, учебный проект и другие);
- объяснять сферу применения и значение проведенного учебного исследования в современном общественном контексте;

работа с информацией:

- осуществлять анализ учебной и внеучебной информации (учебники, источники, научно-популярная литература, интернет-ресурсы и другие);
- извлекать, сопоставлять, систематизировать и интерпретировать информацию;
- различать виды источников информации;
- высказывать суждение о достоверности и значении информации источника (по предложенным или самостоятельно сформулированным критериям);
- рассматривать комплексы источников, выявляя совпадения и различия их свидетельств;
- использовать средства современных информационных и коммуникационных технологий с соблюдением правовых и этических норм, требований информационной безопасности;
- создавать тексты в различных форматах с учетом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации;

2) в сфере универсальных коммуникативных действий:

общение:

- представлять особенности взаимодействия людей в современном мире;
- излагать и аргументировать свою точку зрения в устном высказывании, письменном тексте;
- владеть способами общения и конструктивного взаимодействия, в том числе межкультурного, в школе и социальном окружении;
- аргументированно вести диалог, уметь смягчать конфликтные ситуации;

осуществление совместной деятельности:

- осознавать значение совместной деятельности людей как эффективного средства достижения поставленных целей;
- планировать и осуществлять совместную работу, коллективные учебные проекты, в том числе на региональном материале;
- определять свое участие в общей работе и координировать свои действия с другими членами команды;
- проявлять творчество и инициативу в индивидуальной и командной работе;
- оценивать полученные результаты и свой вклад в общую работу;

3) в сфере универсальных регулятивных действий:

владение приемами самоорганизации своей учебной и общественной работы:

- выявлять проблему, задачи, требующие решения;
- составлять план действий, определять способ решения, последовательно реализовывать намеченный план действий и другие;

владение приемами самоконтроля:

- осуществлять самоконтроль, рефлекссию и самооценку полученных результатов;
- вносить коррективы в свою работу с учетом установленных ошибок, возникших трудностей;

принятие себя и других:

- осознавать свои достижения и слабые стороны в учении, школьном и внешкольном общении, сотрудничестве со сверстниками и людьми старших поколений;
- принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;
- признавать свое право и право других на ошибку;
- вносить конструктивные предложения для совместного решения учебных задач, проблем.

Содержание курса

Раздел 1 «Современные проблемы и тенденции использования нанообъектов».

Особенности физических свойств объектов наноразмерного диапазона. Классификация. Проекты устройств компьютерной логики, памяти, датчиков и пр устройств спинтроники на основе магнитных наноэлементов. Современные проблемы и перспективы применения магнитных наноэлементов.

Магнитные наночастицы в биомедицине. Современные технологии использования нанообъектов в лечебном деле, хирургии и пр. Приоритетные задачи и проекты применения нанообъектов в медицине.

Раздел 2 «Магнитные характеристики материалов».

Введение в физику магнитных явлений. Основные магнитные характеристики (понятия, категории): магнитная индукция, напряженность поля, намагниченность, проницаемость, восприимчивость...

Магнитные взаимодействия: обменная энергия, магнитная анизотропия, магнитостатическое взаимодействие...Классификация магнетиков.

Структура намагниченности ферромагнетиков, магнитные домены.

Процессы квазистатического перемагничивания. Гистерезис.

Раздел 3 «Магнетизм нанообъектов с вихревой структурой намагниченности».

Магнитные вихри. Математический формализм описания эволюции намагниченности вихревой структуры.

Динамические свойства намагниченности уединенных наночастиц и их массивов.

Методы и результаты наблюдения вихревых структур и их свойств. Магнитные измерения: силовая микроскопия, ФМР...

Раздел 4 «Вызовы и перспективные мировые направления исследований в области магнетизма».

Экзотические направления использования магнитных свойств нанообъектов. Идеи нетрадиционного применения магнетиков в разных отраслях деятельности человека. Материалы будущего.

Тематическое планирование

№	Тема/ содержание	Количество часов	Формы организации учебной деятельности	Формы контроля
1	Современные проблемы и тенденции использования нанообъектов	6		
1.1	Особенности физических свойств объектов наноразмерного диапазона. Классификация. Проекты устройств компьютерной логики, памяти, датчиков и пр устройств спинтроники на основе магнитных наноэлементов. Современные проблемы и перспективы применения магнитных наноэлементов.	2	Лекция	
1.2	Современные технологии использования магнитных наночастиц в медицине и пр. Приоритетные задачи и проекты применения нанообъектов в медицине.	2	Лекция	
1.3	Магнитные явления в природе, деятельности человека.	2	Семинар	Тестирование
2	Магнитные характеристики материалов	8		
2.1	Введение в физику магнитных явлений. Основные магнитные характеристики (понятия, категории): магнитная индукция, напряженность поля, намагниченность, проницаемость, восприимчивость	1	Лекция	
		1	Семинар	
2.2	Магнитные взаимодействия: обменная энергия, магнитная анизотропия, магнитостатическое взаимодействие... Классификация магнетиков	1	Лекция	
		1	Семинар, Экскурсия	

2.3	Структура намагниченности ферромагнетиков, магнитные домены. Процессы квазистатического перемагничивания. Гистерезис.	1	Лекция	
		1	Семинар	
2.4	Статические свойства магнитной структуры. Итоговое занятие	2		Письменная работа (контрольная /самостоятельная)
3	Магнетизм нанообъектов с вихревой структурой намагниченности	16		
3.1	Особые метастабильные состояния намагниченности. Магнитные вихри. Математический формализм описания эволюции намагниченности вихревой структуры.	2	Лекция	
		2	Семинар	
3.2	Динамические свойства намагниченности уединенных наночастиц.	2	Лекция	
		2	Семинар	
3.3	Динамические свойства намагниченности массивов взаимодействующих магнитных частиц.	2	Лекция	
		2	Семинар	
3.4	Методы и результаты наблюдения вихревых структур и их свойств. Магнитные измерения: силовая микроскопия, ФМР...	2	Лекция	
		2	Семинар, экскурсия	Тестирование
4	Вызовы и перспективные мировые направления исследований в области магнетизма	4		
4.1	Экзотические направления использования магнитных свойств нанообъектов.	2	Лекция	
4.2	Экзотические направления использования магнитных свойств нанообъектов. Идеи нетрадиционного применения магнетиков в разных отраслях деятельности человека. Материалы будущего.	2	Семинар	Эссе, рефераты, устные выступления

Перечень экскурсий

- посещение лабораторий ИФ им. Л.В. Киренского ФИЦ КНЦ СО РАН (магнитодинамики, физики магнитных явлений...)
- посещение лабораторий СФУ
- посещение лабораторий ЦНИЛ КрасГМУ им. проф.В. Ф. Войно-Ясенецкого.

Формы работы

Лекционные занятия: изложение теоретического материала, демонстрация мультимедийного контента, демонстрационного эксперимента.

Семинарские занятия: закрепление теоретического материала, решение качественных и расчетных задач, наблюдение экспериментов и их обработка, выездные экскурсии.

Формы контроля

Отчетные занятия: тестирование, письменные работы, устные выступления с эссе и рефератами.

Учебно-методические материалы по дисциплине

1. Кринчик Г.С. Физика магнитных явлений. М., Изд-во Моск. ун-та, 1976, 367 с.

2. Тикадзуми С. Физика ферромагнетизма. Магнитные характеристики и практические применения. Пер. с японского. – М.: Мир, 1987, 419 с.

3. Мишин Д.Д. Магнитные материалы. Уч. пос. – М. Высш. Школа, 1981, 335 с.

4. Киренский Л.В. Магнетизм. М., Наука, 1966, 195 с.

5. Бабичев А.П., Бабушкина Н.А., Братковский А.М., и др. Физические величины. –М.: Энергоатомиздат, 1991, 1232 с.

6. Каганов М.И., Цукерник В.М., Природа магнетизма. – М.: Наука, 1982, 192 с.

7. Магнитные материалы микро- и наноэлектроники: учеб. пособие / А. Л. Семенов, А. А. Гаврилюк, Н. К. Душутин, Ю. В. Ясюкевич. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. –147 с.

8. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: Учеб. пособие для студентов старших курсов вузов.– Режим доступа:http://ipmras.ru/UserFiles/publications/mironov/RUS_Fundamentals_SPM.pdf