

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ.Н.С.КУРНАКОВА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИОНХ РАН)

Рабочая программа дисциплины  
**МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ**

Направление подготовки  
**04.06.01 – ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Направленность (профиль) программы  
**02.00.21 Химия твердого тела**

Квалификация (степень)  
**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

**Нормативный срок обучения – 4 года**  
**Форма обучения – очная**

Москва  
2018 г.

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Целью учебного курса «Магнитные свойства твердых тел» является расширение и углубление знаний аспирантами основных теоретических понятий о взаимодействии веществ с внешним магнитным полем, а так же ознакомление аспирантов с крупными достижениями отечественных ученых в этой области знаний.

Основными задачами изучения учебного курса является формирование у аспирантов углубленных знаний по основным видам магнитных взаимодействий, без понимания и освоения которых невозможна подготовка высококвалифицированных специалистов и преподавателей высших учебных заведений.

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

Настоящая дисциплина «Магнитные свойства твердых тел» - модуль основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки по специальности 02.00.21 – Химия твердого тела. Дисциплина относится к группе дисциплин по выбору.

Дисциплина, является продолжением основополагающих дисциплин «Химия твердого тела» и «Неорганическая химия», изучаемых в ВУЗах, а также курсов «Методы исследования твердых тел», «Твердофазные реакции».

В курсе рассматриваются основные классы соединений, различающиеся по характеру взаимодействия с внешним магнитным полем, их физико-химические свойства, закономерности строения и превращения. Основной целью изучения дисциплины является углубленное ознакомление аспирантов с современным состоянием исследований магнитных материалов.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции:

*Универсальные компетенции:*

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

*Общепрофессиональные компетенции:*

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

- готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2);

- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-3).

*Профессиональные компетенции:*

- способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 02.00.21 Химия твердого тела (ПК-1);

- владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения в образовательных организациях высшего образования (ПК-2).

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Дисциплина изучается на втором году обучения в аспирантуре. Дисциплина состоит из 5 разделов.

##### 4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак	КСР		
1.	Магнитные свойства твердых тел	144	56	16	40	-	-	88	кандидатский экзамен по специальности

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### 4.2.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел Дисциплины	Виды учебной работы, и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР	
1.	Теория магнетизма	4	8	-	-	16
2.	Механизм ферро- и антиферромагнитного взаимодействия	3	8	-	-	18
3.	Примеры магнитных материалов, их структура и свойства	3	8	-	-	18

4.	Оксиды переходных металлов	3	8	-	-	18
5.	Применение магнитных материалов	3	8	-	-	18

#### 4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1.	Теория магнетизма	Поведение вещества в магнитном поле. Зависимость магнитной восприимчивости от температуры. Классификация магнитных материалов. Влияние температуры. Законы Кюри и Кюри-Вейсса. Расчет величины магнитного момента. Домены. Температура Кюри.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
2.	Механизм ферро- и антиферромагнитного взаимодействия	Упорядочение магнитных моментов отдельных ионов, содержащих неспаренные электроны. Неспаренные d- и f-электроны. Особенности электронной конфигурации. Коэрцитивная сила. Петля гистерезиса. Остаточная намагниченность. Магнитострикция. Магнитная подрешетка.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
3.	Примеры магнитных материалов, их структура и свойства	Металлы и сплавы с магнитными свойствами. Метамагнетизм. Супермагнетизм. Переходы из ферромагнитного в парамагнитное состояние. Магнито жесткие и магнитомягкие материалы	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
4.	Оксиды переходных металлов	Простые оксиды, характеризующиеся различным типом магнитного состояния. $\text{EuO}$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , $\text{CoO}$ , $\text{NiO}$ . Нормальные и обращенные шпинели. Магнитная структура антиферромагнитной и ферримагнитной шпинелей. Гранаты. Ильмениты и перовскиты.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
5.	Применение магнитных материалов	Сердечники трансформаторов. Прямоугольная петля гистерезиса. Запоминающие устройства. Элементы памяти. Спинтроника. Магноника.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта

### 5. Образовательные технологии

Основными образовательными технологиями, используемыми при реализации учебной работы, являются лекции, семинары ведущих отечественных и зарубежных ученых и консультации с преподавателями; проведение лабораторных работ в лаборатории, участие обучаемых в научной работе и выполнение исследовательских проектов.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Самостоятельная работа аспирантов предполагает проработку лекционного материала в читальном зале библиотеки, в лабораториях, с доступом к лабораторному оборудованию, приборам, базам данных, к ресурсам Интернет. Кроме того, аспирантам предлагается конспектирование и проработка материала научных докладов на заседаниях Ученого Совета ИОНХ РАН, его секций, диссертационных советов по специальности, участие в работе научных конференций и школ, работу в библиотеке и на сайтах электронных изданий.

Форма контроля знаний – кандидатский экзамен в конце курса, включающий теоретические вопросы.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

При изучении дисциплины аспиранты используют основную и дополнительную литературу, рекомендованную преподавателем. Кроме того, преподаватель может рекомендовать аспиранту ознакомиться с дополнительными материалами методического характера.

Название электронного или печатного ресурса (основная или дополнительная)	Тип	Кол-во экз.
<b>Основная литература:</b>		
Вест А. Химия твердого тела. Теория и приложения. М. Мир. 1988	печ.	2
Третьяков Ю.Д., Кнотько А.В. Химия твердого тела. Уч.пособие-М.;ACADEMIA,2006-302с.	печ.	1
Третьяков Ю.Д.Путляев В.И. Введение в химию твердофазных материалов . М. Наука. 2006	печ.	3
Фохльман Б. Химия новых материалов и нанотехнологий Долгопрудный. Издательский дом ИНТЕЛЛЕКТ. 2011	печ.	1
Третьяков Ю.Д., Мартыненко Л.И., Григорьев А.Н., Цивадзе А.Ю. Неорганическая химия. Тт.1-2, М., «Химия», 2001.	печ.	1
<b>Дополнительная литература:</b>		
Левин Б.Е., Третьяков Ю.Д., Летюк Л.М.Физико-химические основы получения, свойства и применение ферритов. М. Металлургия.1979	печ.	1
Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. 3-е изд.М.: Высш.шк. 1998, 2005, 2008.	печ.	3
Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. М.: Химия. 2001.	печ.	3
Суворов А.В., Никольский А.Б. Общая химия. М.: Мир. 1994, 1995, 2007.	печ.	4
Хьюи Дж. Неорганическая химия: строение вещества и реакционная способность. М.: Химия. 1987.	печ.	2
Турова Н.Я. Неорганическая химия в таблицах. М.: ВХК РАН. 2009.	печ.	1
Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. М.: Высш.шк., 2007.	печ.	1
Драго А. Физические методы в химии. М.: Мир. 1981. тт.1-2.	печ.	3
Турова Н.Я. Справочные таблицы по неорганической химии –М.; «Химия»,1977-116с.	печ.	3
Третьяков Ю.Д., Мартыненко Л.И., Григорьев А.Н., Цивадзе А.Ю. Неорганическая химия. Тт.1-2, М., «Химия», 2001.	печ.	1

Кукушкин Ю.Н. Кукушкин Ю.Н. Теория и практика синтеза координационных соединений –М.;1990-260с.	печ.	2
Майер Вероника Р. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография / Майер В.Р.; Петухов Иван Алексеевич [и др.] (пер.). — Изд. 5-е. — М.: Техносфера, 2017	печ.	1
Естественные и технические науки (ВАК), RUS, 2016 (10, 11), Журнал	печ.	1
Неньютоновское течение дисперсных, полимерных и жидкокристаллических систем: структурный подход / Кирсанов Е.А., Матвеев В.Н. — М.: Техносфера, 2016	печ.	1

### **Интернет-ресурсы:**

Институт имеет доступ к информационным ресурсам E-library, Web of Science, Scopus, Springer.

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

В ИОНХ РАН имеется необходимая материально-техническая база для проведения лекций и лабораторных занятий по дисциплине «Магнитные свойства твердых тел», а именно: учебные аудитории, конференц-залы, презентационное оборудование и т.п. Компьютеры, объединенные в локальную сеть с выходом в Интернет и подключенные к международным и российским научным базам данных и электронной библиотеке с основными международными научными журналами.

Лаборатории оснащены современными приборами для синтеза неорганических соединений и материалов: стеклянная и пластиковая химическая посуда отечественного и иностранного производства, спектральное и лабораторное оборудование для рутинных измерений, реакционные установки, вакуумные системы, лабораторные печи, хроматографы.

Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ;
2. Приказ Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 869 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;
3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 19.11.2013 №1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)».

Автор(ы):

к.х.н. А.Е. Баранчиков