

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Базовая кафедра физики
твердого тела и нанотехнологий
(Б-ФТТН_ИИФР)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Базовая кафедра физики твердого
тела и нанотехнологий (Б-
ФТТН_ИИФР)**

наименование кафедры

доцент П.П.Турчин

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.01 Физика магнитных явлений

Направление подготовки / 03.03.02 Физика 03.03.02.01
специальность Фундаментальная физика 2018г.

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2018

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

030000 «ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 03.03.02 Физика 03.03.02.01 Фундаментальная физика

2018г.

Программу
составили

профессор, Е.В.Еремин

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины – понимание природы происхождения магнетизма в твердых телах, овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями физики магнитных явлений, ознакомление с особенностями магнитных свойств основных классов магнитоупорядоченных веществ и основными методами их исследования.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Формирование у студентов базовых знаний о природе магнетизма в твердых телах и обучение современным подходам к изучению магнитных свойств твердых тел. В результате изучения дисциплины студент должен обладать способностью использовать полученные базовые теоретические знания для решения профессиональных задач, применять на практике со-временные подходы и методы описания, анализа и исследования магнитных свойств твердых тел. Важной задачей является получение студентом углубленных знаний и навыков в одном из важнейших разделов физики конденсированного состояния вещества для продолжения профессионального образования в магистратуре.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	
Уровень 1	фундаментальные понятия, законы и теории физики магнитных явлений
Уровень 1	применять на практике современные подходы и методы описания, анализа и исследования магнитных свойств твердых тел
Уровень 1	фундаментальными понятиями и законами физики магнитных явлений

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Предполагается, что студенты изучили предметы:

Статистическая физика

Квантовая механика

Физика твёрдого тела

Атомная физика
Дифференциальные уравнения физики
Математический анализ
Линейная алгебра. Аналитическая геометрия

Физика магнитных явлений является необходимой дисциплиной для освоения таких дисциплин, как:

НИР

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Преддипломная практика

Спецпрактикум по физике твёрдого тела

Физика и методы исследования наноструктур

Физические свойства кристаллов

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		8
Общая трудоемкость дисциплины	3 (108)	3 (108)
Контактная работа с преподавателем:	1,5 (54)	1,5 (54)
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1 (36)	1 (36)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	1,5 (54)	1,5 (54)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Зачёт)		

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Магнетизм твердых тел. Диа- и парамагнетизм	3	6	0	9	ПК-4
2	Обменное взаимодействие. Приближение молекулярного поля	3	6	0	9	ПК-4
3	Феноменологический метод описания свойств магнетиков.	3	6	0	9	ПК-4
4	Доменная структура ферромагнетиков	3	6	0	9	ПК-4
5	Магнитные фазовые переходы.	3	6	0	9	ПК-4
6	Многоподрешеточные магнетики.	3	6	0	9	ПК-4
Всего		18	36	0	54	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>Собственный механический момент электрона. Спин. Спиновый магнитный момент электрона. Гиромагнитное отношение. g-фактор. Магнетон Бора. Орбитальный момент электрона. Орбитальный магнитный момент. Модель атома. Электронная структура атомов и ионов. Внутриаомные взаимодействия. Спиновый и орбитальный моменты атомов и ионов. Диамагнетизм электронной оболочки атома. Формула Ланжевена для диамагнитного момента электронной оболочки атома. Парамагнитные вещества. Классическая теория Ланжевена парамагнетизма. Формула Ланжевена для парамагнетиков. Квантовая теория парамагнетизма. Формула Бриллюэна.</p>	3	0	0
---	---	---	---	---	---

2	2	<p>Магнитный порядок. Простейшая термодинамическая теория ферромагнетизма. Обменное взаимодействие. Обменное взаимодействие на примере двух взаимодействующих электронов. Модель Гейзенберга. Приближение молекулярного поля. Обобщение теории парамагнетизма на случай ферромагнетизма. Эффективные поля в теории магнетизма. Закон Кюри-Вейсса. Поведение намагниченности вблизи $T=0$. Поведение намагниченности вблизи температуры ферромагнитного упорядочения.</p>	3	0	0
3	3	<p>Феноменологический гамильтониан. Энергия магнитной кристаллографической анизотропии. Энергия анизотропии кубического кристалла. Энергия анизотропии одноосного кристалла. Одноосный кристалл в магнитном поле. Кубический кристалл в магнитном поле. Магнитоупругая энергия. Линейная магнитострикция. Объемная магнитострикция. Закон анизотропии Акулова для четных эффектов. Магнитный кристалл в условиях внешних упругих напряжений.</p>	3	0	0

4	4	<p>Магнитостатическая энергия. Разбиение ферромагнетиков на домены. Доменные границы. Блоховские и Неелевские доменные границы Блоховского и Неелевского типа. Доменная структура одноосных и кубических ферромагнетиков. Цилиндрические магнитные домены. Однодоменная частица. Суперпарамагнетизм. Процессы намагничивания. Процессы смещения доменных границ. Закон Релея. Процессы вращения вектора намагниченности.</p>	3	0	0
5	5	<p>Термодинамика магнетиков. Термодинамическая теория ферромагнитного превращения. Теория Гинзбурга-Ландау фазовых переходов второго рода. Кинетика ферромагнитного превращения. Магнитные переходы первого рода. Модель Родбела-Бина для фазовых переходов парамагнетик-ферромагнетик первого рода. Магнитокалорический эффект.</p>	3	0	0

6	6	Антиферромагнетики, ферромагнетики, геликоидальные магнетики. Понятие магнитной подрешетки. Антиферромагнетики. Двухподрешеточный антиферромагнетик с эквивалентными магнитными ионами в приближении молекулярного поля. Одноосные антиферромагнетики; гамильтониан и основное состояние. Слабый ферромагнетизм. Теория ферромагнетизма Нееля. Сложные магнитные структуры; причины появления геликоидальных структур.	3	0	0
Всего			18	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>Собственный механический момент электрона. Спин. Спиновый магнитный момент электрона. Гиромагнитное отношение. g-фактор. Магнетон Бора. Орбитальный момент электрона. Орбитальный магнитный момент. Модель атома. Электронная структура атомов и ионов. Внутриатомные взаимодействия. Спиновый и орбитальный моменты атомов и ионов. Диамагнетизм электронной оболочки атома. Формула Ланджевена для диамагнитного момента электронной оболочки атома.)</p>	3	0	0
2	1	<p>Парамагнитные вещества. Классическая теория Ланджевена парамагнетизма. Формула Ланджевена для парамагнетиков. Квантовая теория парамагнетизма. Формула Бриллюэна.</p>	3	0	0

3	2	<p>1. Магнитный порядок. Простейшая термодинамическая теория ферромагнетизма.</p> <p>2. Обменное взаимодействие. Обменное взаимодействие на примере двух взаимодействующих электронов.</p> <p>3. Модель Гейзенберга. Приближение молекулярного поля. Обобщение теории парамагнетизма на случай ферромагнетизма. Эффективные поля в теории магнетизма.</p> <p>4. Закон Кюри-Вейсса. Поведение намагниченности вблизи $T=0$. Поведение намагниченности вблизи температуры ферромагнитного упорядочения.</p>	6	0	0
4	3	<p>Феноменологический гамильтониан. Энергия магнитной кристаллографической анизотропии. Энергия анизотропии кубического кристалла. Энергия анизотропии одноосного кристалла.</p>	2	0	0
5	3	<p>Одноосный кристалл в магнитном поле. Кубический кристалл в магнитном поле.</p>	2	0	0
6	3	<p>Магнитоупругая энергия. Линейная магнитострикция. Объемная магнитострикция. Закон анизотропии Акулова для четных эффектов. Магнитный кристалл в условиях внешних упругих напряжений.</p>	2	0	0

7	4	Магнитостатическая энергия. Разбиение ферромаг-нетиков на домены. Доменные границы. Блоховские и Неелевские доменные границы Блоховского и Неелевского типа. Доменная структура одноосных и кубических ферромагнетиков.	2	0	0
8	4	Цилиндрические магнитные домены. Однодоменная частица. Суперпарамагнетизм.	2	0	0
9	4	Процессы намагничивания. Процессы смещения доменных границ. Закон Релея. Процессы вращения вектора намагниченности.	2	0	0
10	5	Термодинамическая теория ферромагнитного пре-вращения. Теория Гинзбурга-Ландау фазовых пере-ходов второго рода. Кинетика ферромагнитного пре-вращения.	3	0	0
11	5	Магнитные переходы первого рода. Модель Родбела-Бина для фазовых переходов парамагнетик-ферромагнетик первого рода. Магнитокалорический эффект.	3	0	0

12	6	Понятие магнитной подрешетки. Антиферромагнетики. Двухподрешеточный антиферромагнетик с эквивалентными магнитными ионами в приближении молекулярного поля. Одноосные антиферромагнетики; гамильтониан и основное состояние. Слабый ферромагнетизм.	3	0	0
13	6	Теория ферромагнетизма Нееля. Сложные магнитные структуры; причины появления геликоидальных структур.	3	0	0
Всего			36	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Шиманский А. Ф., Подкопаев О. И., Васильева М. Н.	Физика твердого тела: учеб.-метод. пособие для практ. занятий [для студентов укр. группы 150000 "Металлургия, машиностроение и материалобработка"]	Красноярск: СФУ, 2012

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Дырдин В. В., Полыгалов Ю. И., Мальшин А. А.	Физика твердого тела: учебное пособие	Кемерово: КузГТУ, 2012
Л1.2	Волков Н. В., Попков С. И.	Магнетизм твердых тел; диа- и парамагнетизм; магнитный порядок (физика магнитных явлений): учебно-методическое пособие [для студентов программ 011200.68.02 «Физика конденсированного состояния вещества»; 011200.68.06 «Физика магнитных явлений»]	Красноярск: СФУ, 2012
Л1.3	Катанин А. А., Ирхин В. Ю., Игошев П. А.	Модельные подходы к магнетизму двумерных зонных систем: научное издание	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2013
Л1.4	Волков Н. В.	Физика магнитных явлений. Ферромагнетизм: учебное пособие для студентов (бакалавров), обучающихся по направлению 03.03.02 (011200.62) "Физика" и 14.03.02 (140800.62) "Ядерная физика и технологии"	Красноярск: СФУ, 2015
Л1.5	Епифанов Г. И.	Физика твердого тела: учебное пособие для втузов	Санкт-Петербург: Лань, 2011
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Кринчик Г. С.	Физика магнитных явлений: учебное пособие для физических специальностей высших учебных заведений	Москва: МГУ им. М. В. Ломоносова, 1985
Л2.2	Сирота Д. И.	Физика твердого тела: сборник задач с подробными решениями	Москва: URSS, 2010
Л2.3	Тарасов Л. В.	Земной магнетизм: [учебное пособие]	Долгопрудный: Интеллект, 2012
Л2.4	Кужир П. Г., Юркевич Н. П., Савчук Г. К.	Общая физика. Электричество и магнетизм: сборник задач	Минск: Издательство Гревцова, 2013
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

ЛЗ.1	Шиманский А. Ф., Подкопаев О. И., Васильева М. Н.	Физика твердого тела: учеб.-метод. пособие для практ. занятий [для студентов укр. группы 150000 "Металлургия, машиностроение и материалобработка"]	Красноярск: СФУ, 2012
------	---	--	-----------------------

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Мир математических уравнений	http://eqworld.ipmnet.ru
Э2	Электронная естественнонаучная библиотека	http://bib.tiera.ru

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины «Физика магнитных явлений» основано на базовых знаниях по общей и теоретической физике и высшей математике. Семестровая последовательность обусловлена необходимым минимумом начальных знаний для усвоения материала курса и обеспечивает требуемое обобщение и фундаментальный уровень для полноценного изучения последующих спецкурсов.

Изучающим дисциплину рекомендуется привлекать дополнительную литературу и использовать другие организационно-практические формы учебной и научной деятельности, связанные с областью профилирования (специализации) в рамках рассматриваемого направления подготовки.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Математические пакеты, электронные таблицы и базы данных, доступные через локальную сеть СФУ.
-------	---

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	ИСС не используются.
-------	----------------------

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебно-лабораторная база кафедры физики твердого тела и нанотехнологий и аудиторный фонд СФУ.