

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.12 Физика магнитных явлений

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.03.02 Физика

Направленность (профиль)

03.03.02.32 Фундаментальная физика

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

профессор, Е.В.Еремин

должность, инициалы, фамилия

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 современные 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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-1: Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, информационные ресурсы в своей предметной области физики и техники	
ПК-1.1: Понимает цели и задачи проводимых физических исследований и технических разработок	природу происхождения магнетизма в твердых телах использовать знания об особенностях магнитных свойств основных классов магнитоупорядоченных веществ фундаментальными понятиями, законами и теориями физики магнитных явлений, ознакомление с особенностями магнитных свойств основных классов магнитоупорядоченных веществ и основными методами их исследования.
ПК-1.2: Собирает, обрабатывает, анализирует и обобщает передовой отечественный и международный опыт в соответствующей области физических и технических исследований	основные методы исследования магнитоупорядоченных веществ собирать, обрабатывать и анализировать информацию по физике магнитных явлений навыками обобщения передового отечественного и международного опыта по физике магнитных явлений

ПК-1.3: Использует методы анализа научно-технической информации	основы физики магнитных явлений анализировать научно-техническую информацию по физике магнитных явлений
	методами анализа научно-технической информации в области физики магнитных явлений

1.4 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)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1 (36)	
занятия лекционного типа	1 (36)	
Самостоятельная работа обучающихся:	1 (36)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Магнетизм твердых тел. Диа- и парамаг-нетизм									
	1. Собственный механический момент электрона. Спин. Спиновый магнитный момент электрона. Гирромагнитное отношение. g-фактор. Магнетон Бора. Орби-тальный 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 Ланжевена для диамагнитного момента электронной оболочки атома. Парамагнитные вещества. Классическая теория Ланжевена парамагнетизма. Формула Ланжевена для парамагнетиков. Квантовая теория парамагнетизма. Формула Бриллюэна.	6							
	2.							6	
2. Обменное взаимо-действие. Прибли-жение молекулярно-го поля									

1. 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.	6							
2.							6	
3. Феноменологический метод описания свойств магнетиков.								
1. 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.	6							
2.							6	
4. Доменная структура ферромагнетиков.								

1. 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.	6							
2.							6	
5. Магнитные фазовые переходы.								
1. 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. Магнитокало-рический эффект.	6							
2.							6	
6. Многоподрешеточные магнетики.								
1. Антиферромагнетики, ферримагнетики, 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 ферримагнетизма Нееля. Сложные магнитные структуры; причины появления геликоидальных структур.	6							

2.							6	
Bcero	36						36	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Дырдин В. В., Польшгалов Ю. И., Мальшин А. А. Физика твердого тела: учебное пособие(Кемерово: КузГТУ).
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).
3. Катанин А. А., Ирхин В. Ю., Игошев П. А. Модельные подходы к магнетизму двумерных зонных систем: научное издание(Москва: ФИЗМАТЛИТ).
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).
5. Епифанов Г. И. Физика твердого тела: учебное пособие для втузов (Санкт-Петербург: Лань).
6. Кринчик Г. С. Физика магнитных явлений: учебное пособие для физических специальностей высших учебных заведений(Москва: МГУ им. М. В. Ломоносова).
7. Сирота Д. И. Физика твердого тела: сборник задач с подробными решениями(Москва: URSS).
8. Тарасов Л. В. Земной магнетизм: [учебное пособие](Долгопрудный: Интеллект).
9. Кужир П. Г., Юркевич Н. П., Савчук Г. К. Общая физика. Электричество и магнетизм: сборник задач(Минск: Издательство Грєвцова).
10. 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 материалообработка"] (Красноярск: СФУ).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

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

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. ИСС не используются.

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

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

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