

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

Б1.В.14 Нейтронография

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Направленность (профиль)

03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Форма обучения

очная

Год набора

2023

Красноярск 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

к.ф.-м.н., доцент, Молокеев М.С.

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины - получение студентами знаний, необходимых для исследования строения магнитоупорядоченных кристаллических объектов при помощи дифракции нейтронов.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачи изучения дисциплины: способствовать созданию у студентов представления о пространственно-симметричных особенностях строения магнитоупорядоченных кристаллов, формировании дифракционной картины при рассеянии нейтронов от них, способов получения дифракционной картины и определение структур магнитоупорядоченных соединений в ходе нейтрондифракционного эксперимента. Изучившие курс должны иметь представление о наборе задач, решаемых с помощью дифракции нейтронов и способах их решения.

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-2: Способен применять физические закономерности взаимодействия излучения с веществом в современных технологиях	
ПК-2.1: Применяет закономерности взаимодействия излучения с веществом в результатах научных исследований	знать методы структурной нейтронографии уметь применять знания в области структурной нейтронографии при проведении научных исследований
ПК-2.2: Анализирует области применения высокоэнергетических воздействий на вещество в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах	знать задачи, решаемые с помощью дифракции нейтронов и способы их решения.
ПК-3: Способен разрабатывать и применять новые материалы, исследовать их структуру и свойства	
ПК-3.1: Планирует процессы получения материалов и исследования их свойств	уметь исследовать свойства материалов с помощью структурного анализа
ПК-3.2: Анализирует перспективные материалы и их нано-, микро-, мезо- и макромасштабные свойства	знать симметричный анализ магнитных структур уметь анализировать перспективные материалы свойства, используя методы нейтронографии

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. Экспериментальные методы структурной нейтрографии									
	1. Источники нейтронов и рассеяние нейтронов кристаллами. Кристаллографические аспекты рассеяния нейтронов.	4							
	2. Факторы, определяющие интенсивность дифракционных отражений. Переход от интегральных интенсивностей к структурным факторам.	4							
	3. Поглощение нейтронов. Вторичная экстинкция. Аномальное рассеяние. Многократное рассеяние. Температурный фактор. Фактор интегральности (множитель Лоренца). Фактор повторяемости.	2							
	4. Дифракционные исследования на установках с постоянной длиной волны. Монохроматизация и коллимация первичного пучка нейтронов.	2							
	5. Расчет интенсивности упругого рассеяния нейтронов кристаллами	2							

6. Учет факторов, определяющих интенсивность дифракционных отражений. Геометрические аспекты измерения интегральной интенсивности отражений	2							
7. Расчет поглощения нейтронов, вторичной экстинкции, аномального рассеяния, температурного фактора, фактора интегральности	2							
8. Простейшие расчеты нейтронограмм коллинеарных ферро- и антиферромагнетиков	2							
9. Самостоятельная работа							18	
2. Теоретические основы нейтронографии магнитных структур								
1. Некоторые вопросы обработки нейтронограмм поликристаллических образцов. Метод белого пучка. Метод времени пролета. Стохастические прерыватели.	2							
2. Симметрия магнитоупорядоченных кристаллов. Неприводимые представления пространственных групп. Шубниковские группы магнитоупорядоченных кристаллов. Представления шубниковских групп. Цветная магнитная симметрия. Приводимые представления пространственной группы на базисе локализованных атомных функций. Базисные функции неприводимых представлений пространственных групп.	2							
3. Концепция фазовых переходов в описании магнитных структур. Построение магнитных структур из базисных функций.	2							

4. Возможные типы магнитных решеток. Определение канала перехода или звезды волнового вектора из системы магнитных рефлексов. Определение магнитной структуры — второй этап нейтронографического исследования. Магнитное рассеяние нейтронов в структурно искаженных кристаллах. Атомный форм-фактор магнитного рассеяния. Методы выделения магнитной составляющей при рассеянии нейтронов.	2							
5. Ознакомление с программой "Fullprof" для расчета нейтронограмм магнетиков. Метод Ритвельда уточнения структурных параметров	2							
6. Расчет нейтронограмм магнетиков	2							
7. Ознакомление с комплексом программ "Isotropy"	2							
8. Симметричный анализ магнитных структур	2							
9. Самостоятельная работа							18	
Всего	36						36	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. 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).
2. Ищенко А. А., Гиричев Г. В., Тарасов Ю. И. Дифракция электронов: структура и динамика свободных молекул и конденсированного состояния вещества: монография(Москва: Физматлит).
3. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика: Т. 3. Квантовая механика. Нерелятивистская теория: в 10 томах : учебное пособие для физических специальностей университетов : допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР?(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
4. Головнев Н. Н., Молокеев М. С. 2-тиобарбитуровая кислота и ее комплексы с металлами: синтез, структура и свойства: монография (Красноярск: СФУ).
5. Овчинников С. Г., Орлов Ю. С. Квантовая теория магнетизма: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы [для студентов напр. 010700.62 «Физика», спец. 010701.65 «Физика», 010704.65 «Физика конденсированного состояния вещества»](Красноярск: СФУ).
6. Зеер Г. М., Жарков С. М., Абкарян А. К. Методы структурного анализа и контроль качества изделий: учебно-методическое пособие(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. Microsoft Office.
2. Adobe Reader.

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

1. Доступ к библиотечному фонду (см. сайт СФУ, раздел «Библиотека», <http://bik.sfu-kras.ru/>)

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)

Занятия проводятся в учебных аудиториях для занятий лекционного и семинарского типа. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.