

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

Б1.В.ДВ.09.01 Физические свойства кристаллов

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.03.02 ФИЗИКА

Направленность (профиль)

03.03.02.01 Фундаментальная физика

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

доцент, П.П.Турчин

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины формирование фундаментальных основ знаний в области физики макроскопических физических свойств кристаллов, базовых представлений о возможностях применений пьезоэлектрических кристаллов и материалов в технических приложениях и понимания тенденций развития научно-технических аспектов данной области знания.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения дисциплины являются освоение обучающимися: вопросов термодинамического описания физических (тензорных) свойств кристаллов и других анизотропных твердых тел; определений тензорных материальных постоянных кристаллов с учетом их внешней и внутренней симметрии и установленной связи материальных констант, измеряемых при различных термодинамических условиях измерений; понятий о диэлектрических, пьезоэлектрических, пьезоэлектрических и оптических свойствах кристаллов и основных экспериментальных методик для отдельного определения компонент этих и других тензорных свойств; базовых физических представлений и теории распространения упругих и электромагнитных волн в анизотропных сплошных средах и новых материалах, к которым применимы данные представления; основных принципов применений пьезоэлектриков в различных научно-технических областях.

### 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
<b>ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин</b>	
ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	основы макроскопических физических свойств кристаллов, базовые представления о возможностях применения пьезоэлектрических кристаллов и материалов; понятия о диэлектрических, пьезоэлектрических, пьезоэлектрических и оптических свойствах кристаллов описывать физические (тензорные) свойства кристаллов и других анизотропных твердых тел; определять тензорные материальные постоянные кристаллов с учетом их внешней и внутренней симметрии методами описания тензорных свойств кристаллов, основами симметричного подхода к описанию анизотропии физических свойств кристаллов

### 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
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	1 (36)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
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
<b>1. Тензорные свойства кристаллов</b>									
	1. Принцип Кюри и Неймана, их применения в кристаллофизике	2							
	2. Собственные векторы и собственные значения симметричного тензора второго ранга	2							
	3. Тензоры механических напряжений и деформаций. Обобщенный закон Гука для анизотропной среды	2							
	4. Определение инвариантного вида тензора относительно точечной группы симметрии кристалла	2							
	5. Построение характеристических поверхностей тензоров, определяющих кристаллофизика на примере упругих свойств и пьезоэффекта	2							
	6. Оптическая анизотропия кристаллов	2							
	7. Принцип Кюри и Неймана, их применения в кристаллофизике			4					

8. Собственные векторы и собственные значения симметричного тензора второго ранга			4					
9. Тензоры механических напряжений и деформаций. Обобщенный закон Гука для анизотропной среды			4					
10. Определение инвариантного вида тензора относительно точечной группы симметрии кристалла			4					
11. Построение характеристических поверхностей тензоров, определяющих кристаллофизика на примере упругих свойств и пьезоэффекта			4					
12. Оптическая анизотропия кристаллов			4					
13.							27	
<b>2. Основы кристаллооптики и кристаллоакустики</b>								
1. Выбор направления распространения электромагнитной волны и приложения внешних воздействий для отдельного определения коэффициентов пьезо- и электрооптического эффектов в кубических кристаллах	2							
2. Вывод уравнений Кристоффеля для анализа распространения упругих волн в пьезокристаллах	2							
3. Расчёт пьезоэлектрического резонатора, колеблющегося по длине в поперечном электрическом поле	2							
4. Выбор направления распространения электромагнитной волны и приложения внешних воздействий для отдельного определения коэффициентов пьезо- и электрооптического эффектов в кубических кристаллах			4					

5. Вывод уравнений Кристоффеля для анализа распространения упругих волн в пьезокристаллах			4					
6. Расчёт пьезоэлектрического резонатора, колеблющегося по длине в поперечном электрическом поле			4					
7.							27	
Всего	18		36				54	



## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Мерер Х., Якимов Е. Б., Аристов В. В. Диффузия в твердых телах: монография(Долгопрудный: Интеллект).
2. Федоров А. С., Николаев С. В., Макаров И. А., Тегай С. Ф. Квантовая механика: учебно-методическое пособие для семинарских занятий и самостоятельной работы [для студентов спец. 010700.62 "Физика"] (Красноярск: СФУ).
3. Суздаев И. П. Электрические и магнитные переходы в нанокластерах и наноструктурах: [монография](Москва: URSS).
4. Ефремов Ю. С. Квантовая механика: учебное пособие(Москва: Директ-Медиа).
5. Ищенко А. А., Гиричев Г. В., Тарасов Ю. И. Дифракция электронов: структура и динамика свободных молекул и конденсированного состояния вещества: монография(Москва: Физматлит).
6. Сорокин Б. П. Физические свойства кристаллов. Кристаллофизика анизотропных диэлектриков: учебное пособие(Красноярск: Красноярский университет [КрасГУ]).
7. Сорокин Б. П. Физические свойства кристаллов. Основы кристаллоптики и кристаллоакустики: учебное пособие(Красноярск: Красноярский университет [КрасГУ]).
8. Жабрун И. В., Паклин Н. Н. Симметрии в природе: учебно-методическое пособие [для самостоятельных и практических работ для студентов напр. 011200.68 «Физика»](Красноярск: СФУ).
9. 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).

### **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  
аудиторный фонд СФУ