

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
визиратор
Г.А. Хагуров
«11» _____ 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.02 СТРУКТУРА ЛАЗЕРНЫХ КРИСТАЛЛОВ

Направление подготовки 03.04.02 Физика

Направленность (профиль) Физика конденсированного состояния (теория,
эксперимент и дидактика)

Программа подготовки академическая магистратура

Форма обучения очная

Квалификация выпускника магистр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Структура лазерных кристаллов» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.04.02 Физика профиль «Физика конденсированного состояния (теория, эксперимент и дидактика)».

Программу составил:

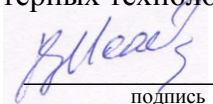
А.В. Скачедуб, доцент каф. теор. физики
и комп. технологий, к. ф.-м. н



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Структура лазерных кристаллов» утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий протокол № 10 «16» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Исаев В.А.



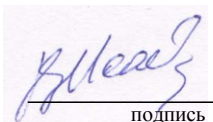
подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий

протокол № 10 «16» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

Исаев В.А.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 9 «20» апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Г.Ф. Копытов заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий КубГУ
доктор физико-математических наук профессор

Л.Р. Григорьян генеральный директор ООО НПФ «Мезон»
кандидат физико-математических наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Цель дисциплины «Структура лазерных кристаллов» - формирование у студентов знаний о морфологии, внутреннем строении и свойствах кристаллов и минералов и применение этих знаний в решении прикладных задач в области роста кристаллов помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.

1.2 Задачи дисциплины.

а) освоение законов симметрии кристаллов на примере идеализированных моделей; описание реальных природных кристаллов с помощью законов кристаллографии, постановка конкретных задач научных исследований в области роста кристаллов и решение их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта;

б) ознакомление с базовыми понятиями геометрической кристаллографии, кристаллохимии и кристаллофизики;

в) обучение приемам исследования морфологии кристаллов различных минералов со способностью к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Структура лазерных кристаллов» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана 03.04.02 Физика направленности «Физика конденсированного состояния вещества» и ориентирована при подготовке магистров на формирование у студентов знаний о морфологии, внутреннем строении и свойствах кристаллов. Дисциплина находится в логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ООП и базируется на знаниях по курсу общей физики и химии. Изучение дисциплины «Структура лазерных кристаллов» позволяет студенту получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности и (или) для продолжения профессионального образования в аспирантуре.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональной и профессиональной компетенций (ОПК-4; ПК-1)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-4	способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности	простейшие типы кристаллических решеток и как их описывать, используя понятия плотнейших упаковок, анионных полиэдров и координационных чисел	использовать стереографические проекции для описания форм кристаллических многогранников и проводить кристаллографические расчеты с использованием этих проекций	представлением об области применения и круге задач, решаемых с помощью методов исследования кристаллического вещества
2.	ПК-1	способностью само-	основные зако-	определять	представлени-

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		стоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	ны геометрической кристаллографии, основные понятия химической и физической кристаллографии, особенности морфологии кристаллов	симметрию и комбинацию простых форм как на идеализированных моделях, так и на природных кристаллах	ем о характере взаимосвязи между химическими и физическими свойствами кристаллов и их внутренним строением

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			В			
Контактная работа, в том числе:		16,2	16,2			
Аудиторные занятия (всего):		16	16			
Занятия лекционного типа		8	8			
Лабораторные занятия		8	8			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-			
Иная контактная работа:		0,2	0,2			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		-	-			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		55,8	55,8			
Проработка учебного (теоретического) материала		50	50			
Подготовка к текущему контролю		5,8	5,8			
Контроль:		-	-			
Подготовка к экзамену		-	-			
Общая трудоемкость	час.	72	72			
	в том числе контактная работа	16,2	16,2			
	зач. ед	2	2			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Тема 1. Введение. Понятие о кристаллическом состоянии вещества.	18	2	-	2	14
2.	Тема 2. Геометрическая макрокристаллография	18	2	-	2	14
3.	Тема 3. Геометрическая микрокристаллография	18	2	-	2	14
4.	Тема 4. Элементы кристаллохимии и физической кристаллографии	17,8	2	-	2	13,8
<i>Итого по дисциплине:</i>			8	-	8	55,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Строение, свойства и рост кристаллов	<p>Тема 1. Строение, свойства и рост кристаллов</p> <p>1.1. Понятие о кристаллическом состоянии вещества. Разделы кристаллографии. Геометрическая макро- и микрокристаллография. Кристаллохимия. Физическая кристаллография. Кристаллогенезис (генетическая кристаллография).</p> <p>1.2. Типы упорядоченности частиц в структурах твердых веществ (ближний и дальний порядки). Кристаллическое и аморфное состояние вещества. Кристаллические тела и их строение. Понятие пространственных и кристаллических решеток. Типы узлов пространственных решеток.</p> <p>1.3. Важнейшие свойства кристаллов (анизотропность, однородность, способность самоограничаться, минимальный занимаемый объем). Главные свойства аморфных тел.</p> <p>1.4. Образование кристаллов. Механизмы зарождения и роста</p>	Тест
2.	Геометрическая макрокристаллография	<p>Тема 2. Симметрия и элементы симметрии кристаллов</p> <p>2.1. Морфология кристаллов. Облик и габитус кристаллов. Закон постоянства углов (закон Стено–Ломоносова–Роме де Лиля). Понятие о гониометрии. Прикладные и отражательные гониометры. Симметрия кристаллов. Понятие о симметрии</p>	Тест

		и симметричных преобразованиях пространства. Точечные и трансляционные элементы симметрии. 2.2. Точечные элементы симметрии. Плоскость симметрии. Центр инверсии. Простые оси симметрии. Инверсионные и зеркально-поворотные оси симметрии. Взаимодействие (сложение) элементов симметрии. Теорема Эйлера. Прочие теоремы сложения, в том числе с зеркально-поворотными осями.	
3.	Геометрическая макрокристаллография	Тема 3. Классификация кристаллов и простые формы 3.1. Симметрично-равные и единичные направления. Взаимоотношения единичных направлений с элементами симметрии. Сингонии и категории кристаллов. Вывод 32 видов симметрии кристаллических многогранников. Обозначения видов симметрии с использованием полных формул и с помощью порождающих элементов симметрии (символы Германа–Могена и Шенфлиса). 3.2. Учение о форме кристаллов. Простые формы (частные и общего положения) и их комбинации. Гранные, реберные, вершинные простые формы. Энантиоморфные формы. Динамические гранные, реберные и вершинные формы.	Тест
4.	Геометрическая макрокристаллография	Тема 4. Параметры граней и символы точечных групп 4.1. Координатные плоскости и оси. Параметры граней. Закон рациональности параметров (закон Гаюи, или закон целых чисел) как следствие решетчатого строения кристаллов. Закон Бравэ. Индексы и символы граней (символы Миллера). Символы координатных плоскостей, единичных граней и граней форм общего положения. Частные и общие простые формы в различных видах симметрии, их вывод и стереографические проекции. 4.2. Символы ребер и кристаллографических осей. Формула Вейса (связь индексов ребер и граней, метод перекрестного умножения) и ее следствия. Закон поясов (зон) (закон Вейса) и метод развития поясов кристаллов разных сингоний. Правило возрастания индексов для символов граней одной зоны. Координатные системы в кристаллографии и установка кристаллов. Расположение координатных осей и граней, единичных и двуединичных граней в разных сингониях (на стереографических проекциях).	Тест
5.	Геометрическая макрокристаллография	Тема 5. Реальные кристаллы. 5.1. Плоскогранные, кривогранные, скелетные, антискелетные и многоглавые кристаллы. Зонально-секториальное внутреннее строение кристаллов. Закономерные и незаконмерные срастания и прорастания. Мозаичные, скрученные и расщеплен-	Тест

		ные кристаллы. Двойники. Эпитаксические нарастания и синтаксические прорастания. Индукционные формы.	
6.	Геометрическая микрокристаллография	<p>Тема 6. Геометрическая микрокристаллография</p> <p>6.1. Общее представление о структуре кристаллов. Свойства пространственных решеток. Элементарные ячейки. Четырнадцать типов пространственных решеток (решетки Бравэ). Характеристика примитивных и непримитивных решеток в разных сингониях. Подсчет числа частиц, приходящихся на элементарную ячейку. Использование пространственных решеток для описания структур сложных соединений.</p> <p>6.2. Трансляционные элементы симметрии. Трансляции, плоскости скользящего отражения (с поступаниями вдоль кристаллографических осей и диагональными поступаниями), винтовые оси.</p> <p>6.3. Представление о взаимодействии элементов симметрии в кристаллических структурах (сложение переносов). Федоровские (пространственные) группы симметрии. Симморфные и несимморфные группы. Вывод простейших Федоровских групп. Их расшифровка. Правильные системы точек. Плотнейшие упаковки и их типы и роль в кристаллических структурах. Октаэдрические и тетраэдрические пустоты</p>	Тест
7.	Элементы кристаллохимии и физической кристаллографии	<p>Тема 7. Элементы кристаллохимии и физической кристаллографии</p> <p>7.1. Координационные числа и координационные многогранники. Способы изображения кристаллических структур. Метод анионных полиэдров (метод Белова–Полинга). Простейшие структуры кристаллов.</p> <p>7.2. Предельные типы химической связи в структурах (металлическая, ионная, ковалентная, межмолекулярная). Структурные единицы и классификация структур по характеру пространственного расположения этих единиц (координационные, островные, цепочечные, ленточные, слоистые, каркасные). Изоморфизм. Понятие о типах изоморфизма. Полиморфизм. Параморфозы.</p> <p>7.3. Важнейшие векторные и скалярные физические свойства кристаллов. Принцип Неймана. Отражение симметрии кристаллов в их физических свойствах. Спайность и отдельность. Анизотропия твердости. Пьезо- и пиро- электричество.</p>	Тест

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Тема 1	Определение элементов симметрии на моделях кристаллов.	Отчет по лабораторной работе
2	Тема 2	Кристаллографические символы плоскостей.	Отчет по лабораторной работе
3	Тема 3	Пространственные группы.	Отчет по лабораторной работе
4	Тема 4	Изучение некоторых структурных типов.	Отчет по лабораторной работе

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

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

№	Вид СР	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Проработка учебного (теоретического) материала	Методические указания по организации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы, утвержденные кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий, протокол № 9 от «14» марта 2017г.
2.	Подготовка к текущему контролю	

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

3. Образовательные технологии.

В качестве образовательных технологий по дисциплине «Структура лазерных кристаллов» используются такие формы работы, как лекции, тест и выполнение лабораторных работ.

Большая часть лекций и лабораторные занятия проводятся с использованием современных справочных материалов, наглядных моделей, помогающих студенту понять структуру исследуемого вещества.

Одной из форм текущего контроля является тест. Тестирование проводится с целью контроля остаточных знаний студентов; проверки уровня готовности студента к аттестационным испытаниям.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

По дисциплине «Структура лазерных кристаллов» для очной формы обучения предусмотрены следующие формы текущего контроля:

- а) тест;
- б) выполнение лабораторных работ (ЛР) по темам.

Примерные тестовые задания по кристаллографии

Вариант 1

Из предложенных вариантов выберите правильный:

1. Элементы симметрии I рода связывают друг с другом фигуры:
 - а) конгруэнтные и энантиоморфные;
 - б) энантиоморфные;
 - в) конгруэнтные;
 - г) любые.
2. Основной закон симметрии кристаллов гласит: «В кристаллах невозможны оси симметрии порядка (ов)»
 - а) 5-ого и выше 6-ого;
 - б) 6-ого и ниже 5-ого;
 - в) 5-ого;
 - г) 6-ого.
3. Ось L_3 является:
 - а) зеркальной осью;
 - б) инверсионной осью симметрии третьего порядка;
 - в) сложной осью симметрии третьего порядка;
 - г) поворотной осью симметрии третьего порядка.
4. Все многообразие кристаллов в соответствии с параметрами и осевыми углами элементарной ячейки кристаллической решетки распределяется в категории:
 - а) высокая, низшая категории;
 - б) высшая, средняя, низшая категории;
 - в) средняя, низкая категории;
 - г) высокая, низкая категории.
5. В вариантах ответов выберите обозначение группы симметрии в символике Германа-Могена:
 - а) $4/mmm$;
 - б) L_33P ;
 - в) O_h ;
 - г) L_2 .
6. Гномостереографической проекцией ребра является:
 - а) проекция перпендикулярной к ребру плоскости на плоскость;

- б) проекция ребра на плоскость;
 в) проекция перпендикулярной к ребру плоскости на сферу;
 г) проекция ребра на сферу.
7. Точечную группу симметрии образует:
 а) совокупность операций макросимметрии;
 б) совокупность операций I рода;
 в) совокупность операций микросимметрии;
 г) совокупность операций II рода.
8. Количество точечных групп без единичных направлений:
 а) 32; б) 5; в) 27; г) 230.
9. Группы с единственной зеркальной осью симметрии обозначаются:
 а) C_{6h} ; б) C_n ; в) S_n ; г) D_n .
10. Примитивная ячейка Бравэ обозначается:
 а) P; б) I; в) F; г) A.
11. Если в обозначении базацентрированной ячейки используется символ «B», то центрирование грани :
 а) {100}; б) {001}; в) {111}; г) {010}.
12. Какие из перечисленных простых форм в группе C_n являются частными формами?
 а) октаэдры;
 б) моноэдры;
 в) пирамиды;
 г) гексаэдры.
13. Группа $m\bar{3}$ по названию общей простой формы именуется:
 а) дидодекаэдрической;
 б) пинакоидальной;
 в) скаленоэдрической;
 г) трапецоэдрической.
14. Плоскость скользящего отражения обозначается:
 а) n; б) m; в) 3; г) 6.
15. Коноскопическая картина под микроскопом пластины (шлифа) тетрагонального кристалла, вырезанного точно перпендикулярно оптической оси, при вращении пластины (шлифа)
 а) изменяется;
 б) не изменяется, перемещается в поле зрения;
 в) изменяется и вращается;
 г) не изменяется и не перемещается в поле зрения.

Критерии оценки тестовых работ

Количество правильных ответов	Оценка
15-14	5
13-12	4
11-8	3
<8	2

Образец заданий для лабораторной работы (ЛР) для проведения текущего контроля знаний по дисциплине «Структура лазерных кристаллов»:

ЛР по теме 1

1. Какие элементы симметрии возникают при рассмотрении геометрически правильных многогранников?
2. Как практически определить плоскость симметрии?
3. Перечислите возможные оси симметрии в кристаллических многогранниках, их количество и порядок.
4. Назовите возможные места выходов осей симметрии из кристаллических многогранников.
5. Что является внешним признаком присутствия Z_{i4} в кристалле?
6. Что такое класс, или точечная группа, симметрии?
7. Какие существуют типы обозначений элементов симметрии конечных фигур?
8. Что такое категории и сингонии кристаллов?

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

По дисциплине «Структура лазерных кристаллов» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет (З) в 3 семестре очной формы обучения.

Примерные вопросы к зачету

1. Геометрическая макрокристаллография (предмет изучения и основные понятия).
2. Геометрическая микрокристаллография (предмет изучения и основные понятия).
3. Кристаллогенезис (зарождение, механизмы роста и изменение кристаллов).
4. Механизмы роста кристаллов и их морфологические проявления.
5. Кристаллохимия и физическая кристаллография.
6. Облик и габитус кристаллов.
7. Плоскогранные, кривогранные и многоглавые (блочные) кристаллы.
8. Скелетные и антискелетные кристаллы, причины образования.
9. Закономерные срастания кристаллов одного и того же вещества (автоэпитаксия).
10. Гетероэпитаксия.
11. Пространственные и кристаллические решетки.
12. Типы упорядоченности частиц в твердых веществах (ближний и дальний порядок). Кристаллические и аморфные тела.
13. Координатный репер и координатные системы в кристаллографии.
14. Свойства пространственных решеток. Элементарная ячейка.
15. Важнейшие свойства кристаллических веществ.
16. Закон постоянства граничных и реберных углов. Гониометрия.
17. Сферическая и стереографическая проекции: их связь и использование в кристаллографии.
18. Точечные элементы симметрии. Соотношение инверсионных и зеркально-поворотных осей симметрии.
19. Теоремы сложения точечных элементов симметрии.
20. Единичные и симметрично-равные направления в кристаллах разных сингоний.
21. Взаимоотношения единичных направлений с элементами симметрии (полярные и неполярные направления).
22. Вывод видов симметрии кристаллов, обладающих единичными направлениями. Формы общего положения.
23. Вывод видов симметрии кристаллов без единичных направлений. Формы общего положения.
24. Сингонии и категории.
25. Координатные плоскости и оси. Параметры граней.

26. Закон рациональности параметров (закон целых чисел).
27. Символы граней по Миллеру. Соотношение параметров и индексов символа грани.
28. Символы граней гексагональных и тригональных кристаллов (в установке Бравэ).
29. Символы рядов и ребер (для 3-координатных систем).
30. Формула Вейса. Решение задач с ее использованием. Следствие формулы Вейса (особенности символов притупляющих граней).
31. Закон Вейса (закон зон) и его следствия.
32. Следствия закона зон. Нахождение символа и положения возможных граней методом развития поясов. Развитие зон кристаллов кубической сингонии.
33. Соотношение параметров грани и индексов Миллера. Правило возрастания индексов.
34. Развитие зон кристаллов гексагональной и тригональной сингонии.
35. Международные обозначения видов симметрии (упрощенная символика по Герману–Могену).
36. Обозначения видов симметрии по Шенфлису (спектроскопическая символика).
37. Установка кристаллов кубической, тетрагональной и ромбической сингоний. Положение координатных осей и граней, единичных и двуединичных граней в этих сингониях (показать на стереографических проекциях).
38. Установка моноклинных и триклинных кристаллов. Положение координатных осей и граней, единичных и двуединичных граней этих сингоний (показать на стереографических проекциях).
39. Четырнадцать решеток Бравэ. Правила Бравэ при выборе элементарных ячеек. Международные символы пространственных решеток.
40. Подсчет числа узлов в разных типах решеток Бравэ и направления главных трансляций.
41. Правила выбора элементарных ячеек решетки Бравэ. Показать, что $Cm3m=C4/mmm=P4/mmm$, $F4/mmm=I4/mmm$ и $F\bar{3}m=R\bar{3}m$.
42. Правила Бравэ при выборе элементарных ячеек. Показать, что $B2/m=P2/m$ и $F2/m=C2/m$.
43. Использование решеток Бравэ при описании структур простых и сложных веществ (показать на примере структур самородных меди и железа, алмаза и сфалерита). Физический смысл решеток Бравэ.
44. Трансляционные элементы симметрии.
45. Винтовые оси.
46. Плоскости скользящего отражения с координатными (a, b, c) и диагональными поступаниями (n, d).
47. Пространственные группы, взаимодействие пространственных элементов симметрии, основы вывода пространственных групп и расшифровка.
48. Изобразить пространственные группы $Cmm2$, $Ccc2$ и $Cmc2_1$ (дать исходные элементы симметрии этих групп, размножить точки общего положения и назвать дополнительные P_t , секущие диагональную трансляцию). Дать символы идентичных групп (сводимых к перечисленным трем группам).
49. Плотнейшие упаковки. ПГУ и ПКУ.
50. Пустоты плотнейших упаковок. Их положение в ПГУ и ПКУ.
51. Координационные числа и координационные многогранники.
52. Структуры α -Fe, CsCl, Cu. Их решетки Бравэ.
53. Структуры NaCl и пирита. Их решетки Бравэ.
54. Структура алмаза, сфалерита и флюорита. Их решетки Бравэ и федоровские группы.
55. Структура магния, никелина и вюртцита.

56. Изображение простейших структур с помощью координационных полиэдров. Метод Белова–Полинга.
57. Типы химической связи в структурах кристаллов.
58. Структурные группировки. Координационные, островные, цепочечные (и ленточные), слоистые и каркасные структуры.
59. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм. Привести примеры.
60. Полиморфизм. Параморфозы. Энантиотропные и монотропные превращения.
61. Принцип Неймана и его проявления в физических свойствах кристаллов.
62. Пьезоэлектричество.
63. Пироэлектричество.
64. Стереографические проекции (разновидности). Построение стереографических проекций направлений и плоскостей.
65. Простые формы. Частные формы и формы общего положения. Геометрически и кристаллографически различные простые формы.
66. Вывести простые формы кристаллов низшей категории.
67. Вывести простые формы кристаллов средней категории.
68. Положение граней разных простых форм кубической сингонии на сводной стереографической проекции.
69. Кратность простых форм. Голоэдриа, гемиедриа и тетартоэдриа. Показать на примере.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

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

5.1 Основная литература:

1. Басалаев Ю.М. Кристаллофизика и кристаллохимия / Ю.М. Басалаев. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014. - 403 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278304>.

2. Пугачев В.М. Кристаллохимия / В.М. Пугачев. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013. - 104 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232461>.

5.2 Дополнительная литература:

1. Созинов С.А. Структурные методы исследования кристаллов / С.А. Созинов, Л.В. Колесников. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. - 108 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232740>.

2. Бойко С.В. Кристаллография и минералогия. Основные понятия / С.В. Бойко. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 212 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435663>.

3. Брандт Н.Б. Квазичастицы в физике конденсированного состояния / Н.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский. — Москва: Физматлит, 2007. — 632 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2673>.

4. Четверикова А.Г. Кристаллография / А.Г. Четверикова. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2012. - 104 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260745>.

5. Ермолов В.А. Геология. Ч.V. Кристаллография, минералогия и геология камне-самоцветного сырья / В.А. Ермолов. — Москва: Горная книга, 2009. — 408 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3232>.

5.3. Периодические издания:

1. Физика твердого тела.
2. Успехи физических наук;
3. Журнал экспериментальной и теоретической физики;
4. Журнал физической химии.

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

№ п/п	Ссылка	Пояснение
1.	http://www.book.ru	BOOK.ru – электронная библиотечная система (ЭБС) современной учебной и научной литературы. Библиотека BOOK.ru содержит актуальную литературу по всем отраслям знаний, коллекция пополняется электронными книгами раньше издания печатной версии.
2.	http://www.ibooks.ru	Айбукс.ру – электронная библиотечная система учебной и научной литературы. В электронную коллекцию включены современные учебники и пособия ведущих издательств России.
3.	http://www.sciencedirect.com	Платформа ScienceDirect обеспечивает всесторонний охват литературы из всех областей науки, предоставляя доступ к более чем 2500 наименований журналов и более 11000 книг из коллекции издательства «Эльзевир», а также огромному числу журналов, опубликованных престижными научными сообществами. Полнотекстовая база данных ScienceDirect является непревзойденным Интернет-ресурсом научно-технической и медицинской информации и содержит 25% мирового рынка научных публикаций.
4.	http://www.scopus.com	База данных Scopus индексирует более 18 тыс. наиме-

		нований журналов от 5 тыс. международных издательств, включая более 300 российских журналов. Непревзойденная поддержка в поиске научных публикаций и предоставлении ссылок на все вышедшие рефераты из обширного объема доступных статей. Возможность получения информации о том, сколько раз ссылались другие авторы на интересующую Вас статью, предоставляется список этих статей. Отслеживание своих публикаций с помощью авторских профилей, а также работы своих соавторов и соперников.
5.	http://www.elibrary.ru	Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.
6.	http://diss.rsl.ru	«Электронная библиотека диссертаций» Российской Государственной Библиотеки (РГБ) в настоящее время содержит более 400 000 полных текстов наиболее часто запрашиваемых читателями диссертаций. Ежегодное оцифровывание от 25000 до 30000 диссертаций.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

Основной учебной работой студента является самостоятельная работа в течение всего срока обучения. Начинать изучение дисциплины необходимо с ознакомления с целями и задачами дисциплины и знаниями и умениями, приобретаемыми в процессе изучения. Далее следует проработать конспекты лекций, рассмотрев отдельные вопросы по предложенным источникам литературы. Все неясные вопросы по дисциплине студент может разрешить на консультациях, проводимых по расписанию. При подготовке к практическим занятиям студент в обязательном порядке изучает теоретический материал в соответствии с методическими указаниями.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий

1. Проверка заданий и консультирование посредством электронной почты.

8.2 Перечень программного обеспечения

Программный продукт	Договор/лицензия
Операционная система MS Windows 8, 10	№73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510 от 06.11.2018
Интегрированное офисное приложение MS Office Professional Plus	№73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510 от 06.11.2018

8.3 Перечень информационных справочных систем

1. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://biblioclub.ru>.
2. Электронная библиотечная система издательства "Лань" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.
3. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и текущего контроля и промежуточной аттестации; оснащенность: комплект учебной мебели; доска учебная магнитно-маркерная 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №318С
2.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	
3.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; оснащенность: комплект учебной мебели; доска учебная магнитно-маркерная; комплект плакатов «Теория групп», «Физические свойства кристаллов»; компьютерное оснащение ПЭВМ 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №320С
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций; оснащенность: комплект учебной мебели с учебными ПЭВМ; 1 ПЭВМ администратора (преподавательский); доска учебная магнитно-маркерная 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 212С, 207С
5.	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы; оснащенность: комплект учебной мебели, компьютерное оснащение ПЭВМ с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 208С