

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико–технический факультет



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 Кристаллофизика и кристаллохимия

Направление подготовки/специальность
03.04.02 Физика

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

Форма обучения
очная

Квалификация
магистр

Краснодар 2026

Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 Кристаллофизика и кристаллохимия составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки/ специальности 03.04.02 Физика (Физика конденсированного состояния (теория, эксперимент и дидактика))

Программу составил (и):
профессор кафедры теор.
физики комп. технологий, доктор физ.-
мат. наук



Исаев В.А.

Рабочая программа дисциплины Б1.В.05 Кристаллофизика и кристаллохимия утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий
протокол № 10 от «20» апреля 2026 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей)



Лебедев К.А.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии
физико-технического факультета
протокол № 11 от «28» апреля 2026 г.
Председатель УМК факультета
Рецензенты:



Богатов Н.М.

В.А. Никитин, к.т.н., доцент кафедры оптоэлектроники

Л.Р. Григорян, генеральный директор ООО НПФ «Мезон»

кандидат физико-математических наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование теоретической и практической профессиональной подготовки студентов к работе с кристаллами: методов изучения условий выращивания кристаллов, взаимосвязи состава, структуры и физических их свойств, методов их исследования.

В комплексе научных дисциплин, связанных с изучением строения вещества, «Кристаллофизика и кристаллохимия» занимает ключевое место, представляя собой фундамент для таких дисциплин, как физика твердого тела, физика магнитных явлений и многих других. Кроме того, именно кристаллофизика наиболее ярко проявляются характерные для микромира закономерности, что привело в первой половине XX века к коренному изменению основных представлений в физике. Изучение фундаментальных законов кристаллографии, кристаллохимии и кристаллофизики – как формирование основание понимания естественнонаучной картины мира - базы дальнейшего научного миропонимания. Изучения этого курса определяются требованиями, предъявляемыми выпускникам квалификационными характеристиками. В курсе «Кристаллофизика и кристаллохимия» излагаются фундаментальные свойства кристаллов, закономерности физических явлений, связанных с симметрией кристаллов и их атомной структурой. Этот курс является основополагающим разделом физики твердого тела, на котором базируется изучение курсов "Физика полупроводников и диэлектриков", "Физические основы технологии полупроводниковых материалов", «Физические основы микроэлектроники» и др., а также дисциплины специализаций «Физика твердого тела».

1.2 Задачи дисциплины

- 1) Рассмотрение важнейших кристаллохимических явлений (морфотропия, полиморфизм и изоморфизм);
- 2) Освоение приборной базы для исследования физических свойств кристаллов.;
- 3) Формирование у магистрантов инициативности, самостоятельности, профессиональной мобильности, творческого подхода к решению проблем кристаллографии и кристаллофизики, а также других профессионально значимых личных качеств.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Кристаллография и кристаллохимия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 1 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: зачет и экзамен.

Учебная дисциплина непосредственно связана с дисциплинами «Квантовая теория твёрдого тела», «Методы спектрального анализа» «Теория конденсированного состояния», а также является предшествующей в соответствии с учебным планом для «Технологии материалов твердотельной электроники», «Строение и свойства кристаллических и аморфных структур» и научно-исследовательской практики.

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 следующих компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
ПК-3	Способен проводить анализ и теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами исследования

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
ИОПК-3.1. Умеет применять фундаментальные знания в области физики конденсированного состояния при решении научных и научно-образовательных задач	Владеть: методами кристаллофизики и кристаллохимии, проведения физических измерений; оценивать возможности и погрешности различных методов. Уметь: отбирать материал по выше перечисленным темам. Знать: физические свойства кристаллов и экспериментальные методы их определения.

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		1 семестр (часы)	2 семестр (часы)	X семестр (часы)	X курс (часы)
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):					
занятия лекционного типа	32	16	16		
лабораторные занятия	28	14	14		
практические занятия					
семинарские занятия					
<i>Указываются виды работ в соответствии с учебным планом</i>					
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,2	0,3		
Самостоятельная работа, в том числе:					
<i>Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)</i>					
<i>Контрольная работа</i>					
<i>Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>					
<i>Реферат/эссе (подготовка)</i>					
<i>Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	128,8	77,8	51		
Подготовка к текущему контролю					
Контроль:					

Подготовка к экзамену		26,7		26,7		
Общая трудоемкость	час.	216	108	108		
	в том числе контактная работа	60,5	30,2	30,3		
	зач. ед	6	3	3		

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 1 семестре 1 курса.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Структура курса кристаллофизика и кристаллохимия.	2	2			
2.	Система принципов, методов и средств кристаллофизики.	2	2			
3.	Пространственная симметрия и структуры кристаллов	8	4	2		
4.	Взаимосвязь между структурой и свойствами кристаллов	8	2	4		
5.	Электронные свойства кристаллов	6	2	2		
6.	Оптические и диэлектрические свойства	4	4	6		
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	30	16	14		
	Контроль самостоятельной работы (КСР)					
	Промежуточная аттестация (ИКР)					
	Подготовка к текущему контролю					
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые во 2 семестре 1 курса.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Структура курса	2	2			
2.	Общая характеристика кристаллических структур соединений и их свойств.	6	4	4		
3.	Электронные свойства кристаллов	8	4	2		
4.	Рентгенография и структурный анализ кристаллов	6	4	6		
5.	Кристаллохимические категории и принципы	8	2	2		
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	30	16	14		
	Контроль самостоятельной работы (КСР)					
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3		0,3		
	Подготовка к текущему контролю					
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	Структура курса кристаллофизика и кристаллохимия.	Структура курса	К
2	Взаимосвязь между структурой и свойствами кристаллов	Общая характеристика кристаллических структур соединений и их свойств	К
3	Электронные свойства кристаллов	Зонная теория твердого тела	К
4	Оптические и диэлектрические свойства	Линейные и нелинейные оптические свойства кристаллов	К
5	Рентгенография и структурный анализ кристаллов	Рентгеноструктурный анализ, рентгенофазовый анализ	К
6	Кристаллохимические категории	Изоструктурность, гомеотипия, гетеротипия, изоморфизм, полиморфизм, морфотропия	К

2.3.2 Занятия семинарского типа (лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Структура курса физики в высших учебных заведениях.	Изучение структур меди, магния, α -железа, графита, алмаза, сфалерита, флюорита, галита, хлорида цезия, кислородсодержащих соединений, сплавов, шпинели..	Защита лабораторной работы
2.	Общая характеристика кристаллических структур соединений.	Общая характеристика кристаллических структур соединений и их свойств	Защита лабораторной работы
3.	Рентгенография и структурный анализ кристаллов	Рентгеноструктурный анализ, рентгенофазовый анализ	Защита лабораторной работы ч
4.	Типы химической связи в кристаллах	Кристаллохимические радиусы атомов. Металлические, ионные, ковалентные и ван-дер-ваальсовы радиусы	Защита лабораторной работы
5.	Кристаллохимические категории	Изоструктурность, гомеотипия, гетеротипия, изоморфизм, полиморфизм, морфотропия	Защита лабораторной работы

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

Практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	подготовка к лекциям, семинарам, зачётам, экзаменам; написание рефератов, курсовых работ; подготовка к научно-	Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Кристаллофизика и кристаллохимия», утвержденные кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий, протокол № 10 от 20.04.2026 г.

	теоретическим конференциям; написание научных статей; участие в смотрах, олимпиадах; сбор и классификация материала для выпускной квалификационной работы .	
2	написание рефератов, курсовых работ ; подготовка к научно-теоретическим конференциям; написание научных статей	Методические рекомендации по написанию рефератов, утвержденные кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий, протокол № _ от ____ г.
3	подготовка к лекциям, семинарам, зачётам, экзаменам; написание рефератов	Методические рекомендации по решению задач, утвержденные кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий, протокол № _ от ____ г.

К специалистам различных областей знаний в настоящее время предъявляется широкий перечень требований. Одно из важнейших – это наличие умения и навыка самостоятельного поиска знаний в различных источниках, их систематизация и оценка в контексте решаемой задачи. Структура учебного курса направлена на развитие у студента данной способности. Однако решающую роль в этом играет самостоятельная работа студента и осознанное участие в лекционных и практических занятиях.

Рекомендуется построить самостоятельную работу таким образом, чтобы она включала: - изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции; - изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией; - изучение теоретического материала по учебнику и конспекту; - подготовку к практическому занятию. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст прослушанной лекции.

2. При подготовке к новой лекции просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции.

3. В течение недели выбрать время для работы с литературой и интернет источниками по теме.

4. При подготовке к практическим занятиям, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи. Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником. Кроме «заучивания» материала, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему.

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Практикум по методике преподавания физики в высшей школе».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме *тестовых заданий, доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий, ситуационных задач* и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ПК-3 Способен проводить анализ и теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами исследования	<i>ИОПК-3.1. Умеет применять фундаментальные знания в области физики конденсированного состояния при решении научных и научно-образовательных задач</i>	<i>Коллоквиум, защита лабораторной работ</i>	<i>Зачет, экзамен</i>

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
Примерный перечень вопросов и заданий

Контрольная работа

Задача.

Вычислить рентгеновскую плотность гидрида лития LiH (структурный тип NaCl, параметр решетки $a = 4,085 \text{ \AA}$).

Решение. Можно воспользоваться известной формулой для расчета рентгеновской (теоретической) плотности: $d(\text{выч}) = M \cdot Z / (N \cdot V) = 1,66 M \cdot Z / V$, где M – масса формульной единицы в углеродных единицах, V – объем ячейки в кубических ангстремах, N – число Авогадро, рентгеновская плотность получается в г/см³. На одну ячейку LiH приходится по четыре катиона лития и гидрид-аниона ($Z = 4$), формульная масса LiH составляет $1,008 + 6,939 = 7,947$ у.е., а объем ячейки равен $4,085^3 = 68,167 \text{ \AA}^3$. Отсюда вычисленная плотность равна $1,66 \cdot 7,947 \cdot 4 / 68,167 = 0,774 \text{ г/см}^3$.

Задача.

В структуре соединения $A_m B_n O_p$ атомы кислорода окружают атомы А по тетраэдру, а атомы В – по октаэдру. Определить формулу соединения, если в ближайшей координационной сфере кислорода – один атом А и три атома В.

Решение. Вначале определим координационные числа (КЧ) по названным в условии задачи координационным полиэдрам: тетраэдру (КЧ = 4) и октаэдру (КЧ = 6). Теперь мы знаем окружение каждого атома и можем составить попарные соотношения между ними, которые выражают равенства чисел химических связей между этими атомами, посчитанные с обеих сторон (локальные координационные балансы). Так как атомы А окружены 4 атомами кислорода, а в окружение атома кислорода входит только один атом А, получаем: $4m = 1p$, откуда $m = p/4$. Для атомов В и О аналогично получится $6n = 3p$ и далее находим $n = p/2$. Подставляя выражения для коэффициентов m и n в формулу, получаем $A_{p/4} B_{p/2} O_p$, а умножая на 4 и деля на p , имеем окончательный ответ: AB_2O_4 .

Задача

В структуре соединения $KMg(BO_3)$ атомы калия и магния окружены атомами кислорода октаэдрически, бора – по треугольнику, а окружение всех атомов кислорода одинаково. Какова координация атомов кислорода? Соблюдается ли в структуре второе правило Полинга?

Решение. Из условия задачи следует, что атомы калия, магния и бора имеют КЧ = 6, 6 и 3 соответственно. Теперь можно воспользоваться локальными координационными балансами, чтобы узнать, сколько катионов какого сорта входит в окружение каждого атома кислорода. Обозначив числа атомов К, Mg и В вокруг атома кислорода как x , y и z соответственно, записываем три уравнения локальных координационных балансов, которые будут очень простыми: $6 \cdot 1 = 3x$, $6 \cdot 1 = 3y$, $3 \cdot 1 = 3z$. Отсюда получаем, что координационная сфера атома кислорода состоит из $2K + 2Mg + 1B$. Для проверки выполнимости второго правила Полинга (сумма валентных усилий катионов, сходящихся на анионе, равна его заряду) сначала рассчитаем валентные усилия катионов, равные отношению их заряда и КЧ. Тогда получаем, что $s(K^+) = 1/6$, $s(Mg^{2+}) = 2/6 = 1/3$ и $s(B^{3+}) = 3/3 = 1$. Суммируя валентные усилия катионов вокруг кислорода (с учетом их количества в его окружении), имеем: $2 \cdot 1/6 + 2 \cdot 1/3 + 1 \cdot 1 = 2$, т.е. второе правило Полинга выполняется точно.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Вопросы к экзамену/зачету по дисциплине:

Физические свойства идеальных кристаллов и их симметрия. Принцип Неймана.

Физические свойства кристаллов и их симметрия. Принцип суперпозиции симметрии (принцип Кюри).

Прямой и обратный пьезоэлектрические эффекты в кристаллах.

Механические свойства кристаллов.

Оптические свойства кристаллов

Электрические и диэлектрические свойства кристаллов.

Дифракционные эффекты в кристаллах.

Матричные представления симметричных преобразований.

Основные типы кристаллических структур.

Элементы симметрии кристаллических многогранников. Точечные группы симметрии.

Предельные группы Кюри.

Символы узлов (точек), рядов (направлений) и граней (плоскостей) в кристаллическом многограннике. Индексы Миллера для плоскости.

Структура кристаллов и кристаллическая решетка. Типы ячеек Бравэ.

Элементы симметрии кристаллических структур. Пространственные группы симметрии.

Основные методы структурного анализа.

Уравнение Брэгга - Вульфа.

Методы рентгенографии: метод порошка. Регистрация дифракционных лучей.

Качественный РФА.

Базы данных (JCPDS, PDF-2, ICDD).

Количественный РФА: фундаментальное уравнение, метод внутреннего стандарта, метод добавляемой фазы, прямой метод.

Индицирование рентгенограмм.

Определение параметров элементарной ячейки.

Типы связей в кристаллах.

Как определяется число формульных единиц, приходящихся на одну элементарную ячейку?

Физические свойства кристаллов, описываемые тензором первого ранга. Прямой пьезоэлектрический эффект в кристаллах. Ограничения, налагаемые симметрией кристалла.

Физические свойства кристаллов, описываемые тензором второго ранга.

Симметрия полярных тензоров второго ранга.

Группы симметрии полярных тензоров второго ранга.

Тензоры диэлектрической проницаемости кристаллов.

Тензоры механических напряжений и деформаций как примеры полевых симметричных тензоров второго ранга.

Химические связи в кристаллах.

Ионная связь. Энергия кристаллической решетки.

Ковалентная связь. Метод МО ЛКАО.

Кристаллы с ковалентной связью. Правило Юм-Розери.

Металлическая связь.

Молекулярные кристаллы.

Систематика кристаллических структур по типу связи.

Эффективные радиусы атомов и ионов. Критерий Ланде.

Система Гольдшмидта. Система Шеннона и Прюита.

Плотнейшие упаковки и полиэдрические модели. Правила Полинга. Связь между отношением ионных радиусов, координационным числом и типом полиэдра.

Валентные усилия связей.
 Изоструктурность и изотипия.
 Изоморфизм, типы изоморфизма, условия проявления, правила изоморфизма,
 Модели твердых растворов, правила Вегарда, дефектность кристаллической решетки.
 Полиморфизм. Типы и правила изоморфизма.
 Основные категории кристаллохимии. Изоморфизм. Изовалентные и гетеровалентные замещения.
 Морфотропия и морфотропные ряды.
 Полиморфизм. Термодинамика полиморфных превращений. Политипия.
 Структура NaCl.
 Структура Cu.
 Структура Mg.
 Структура CsCl.
 Структура графита.
 Структура алмаза.
 Структура флюорита.
 Структура сфалерита.
 Структура α -Fe.
 Основные структуры сплавов.
 Основные структуры кислородсодержащих соединений.
 Структура шпинели.

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Критерии оценивания по зачету:

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает формы проведения занятий, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять методический материал, иллюстрируя его примерами решения задач по различным разделам физики.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры по решения задач по различным разделам физики, довольно ограниченный

объем знаний программного материала.

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 экзамене;

- 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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

Основная литература

1. Ю. К. Егоров-Тисменко. «Кристаллография и кристаллохимия» (М.: КДУ, 2005).
2. Ю. М. Басалаев. «Кристаллофизика и кристаллохимия» (Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014).
3. В. С. Урусов, Н. Н. Ерёмин. «Кристаллохимия. Краткий курс» (М.: Издательство Московского университета, 2010).
4. Н. П. Белов. «Основы кристаллографии и кристаллофизики. Часть I. Введение в теорию симметрии кристаллов» (СПб.: Университет ИТМО, 2009).

Дополнительная литература

1. Г. Б. Бокий. «Кристаллохимия» (3-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1971).
2. П. М. Зоркий. «Симметрия молекул и кристаллических структур» (М.: Изд-во МГУ, 1986).
3. М. А. Порай-Кошиц. «Основы структурного анализа химических соединений» (М.: Высшая школа, 1987).
4. А. Вест. «Химия твёрдого тела» (М.: Мир, 1988).
5. Дж. Най. «Физические свойства кристаллов» (пер. Л. А. Шуваловой. М.: Изд-во иностранной литературы, 1960).
6. У. Вустер. «Применение тензоров и теории групп для описания физических свойств кристаллов» (пер. Н. Р. Иванова. М.: Мир, 1977).

7. С. В. Медников, В. Н. Арисова. «Кристаллофизика электрически активных материалов» (Ч. 1 и Ч. 2. Волгоград: ВолгГТУ, 2015)
8. Н. В. Маркина. «Лабораторный практикум по курсу „Кристаллография и кристаллохимия“» (Волгоград: ВолгГТУ, 2016).

5.2. Периодическая литература

Указываются печатные периодические издания из «Перечня печатных периодических изданий, хранящихся в фонде Научной библиотеки КубГУ» <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и/или электронные периодические издания, с указанием адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы

КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

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

К специалистам различных областей знаний в настоящее время предъявляется широкий перечень требований. Одно из важнейших – это наличие умения и навыка самостоятельного поиска знаний в различных источниках, их систематизация и оценка в контексте решаемой задачи. Структура учебного курса направлена на развитие у студента данной способности. Однако решающую роль в этом играет самостоятельная работа студента и осознанное участие в лекционных и практических занятиях. Рекомендуется построить самостоятельную работу таким образом, чтобы она включала: - изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции; - изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией; - изучение теоретического материала по учебнику и конспекту; - подготовку к практическому занятию.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст прослушанной лекции.

2. При подготовке к новой лекции просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции.

3. В течение недели выбрать время для работы с литературой и интернет источниками по теме.

4. При подготовке к практическим занятиям, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи. Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником. Кроме «заучивания» материала, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа 320С	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	КиберЛенинка (http://cyberleninka.ru/) Федеральный портал "Российское образование" http://www.edu.ru/
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	ЭБС «ЮРАЙТ» https://urait.ru/ ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru С «BOOK.ru» https://www.book.ru «ZNANIUM.COM» www.znanium.com ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-	ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru С «BOOK.ru» https://www.book.ru «ZNANIUM.COM» www.znanium.com

	коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.223С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru С «BOOK.ru» https://www.book.ru «ZNANIUM.COM» www.znanium.com ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com