

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Иванов А.Г.

подпись

« 30 »

2017г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.06 «КРИСТАЛЛОФИЗИКА»

Направление подготовки	03.03.02 «Физика»
Направленность (профиль)	Фундаментальная физика
Программа подготовки	Академический бакалавриат
Форма обучения	Очная
Квалификация (степень) выпуска	Бакалавр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Б1.В.06 «КРИСТАЛЛОФИЗИКА» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки (профиль) - 03.03.02 “Физика”, утверждённым приказом Минобрнауки России от 7 августа 2014 г. № 937.

Программу составил: П.И. Быковский, доцент кафедры физики и информационных систем, кандидат физмат наук

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем

4 мая 2017 г, протокол №16.

Заведующий кафедрой

Богатов Н.М.




подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики и информационных систем

протокол № 6 «4» мая 2017г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

Богатов Н.М.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 6 «04» мая 2017г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



подпись

*Рецензенты:*

Тумаев Е.Н., доктор физмат наук,  
профессор кафедры теоретической физики  
и компьютерных технологий

Половодов Ю.А., кандидат педагогических  
наук, генеральный директор ООО ”КПК”

## 1. Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1. Цели освоения дисциплины

Модернизация и развитие курсов физики связаны с возрастающей ролью фундаментальных наук в подготовке бакалавров.

Внедрение высоких технологий в инженерную практику предполагает основательное знакомство как с классическими, так и с новейшими методами и результатами физических исследований.

Целями освоения курса *Кристаллофизика* являются:

Ознакомление студентов с особенностями строения кристаллических и аморфных твёрдых тел.

Изучение взаимосвязи состава, структуры и физических свойств кристаллов.

Изучение естественной и искусственной оптической анизотропии кристаллов.

### 1.2. Задачи дисциплины:

Формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций.

Освоение приборной базы для исследования физических свойств кристаллов.

### 1.3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего образования

Для успешного освоения курса кристаллофизики необходимы знания основ общей физики и прежде всего разделов, посвящённых изучению физических свойств различных материалов.

В свою очередь, знание законов кристаллофизики способствуют более глубокому пониманию таких специальных дисциплин, как физика полупроводников, материаловедение, физика конденсированного состояния вещества, методы выращивания монокристаллов и др.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программ

Выпускник бакалавриата специальности 03.03.02 - Физика должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК), которые формируются в процессе изучения кристаллофизики:

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-1	Способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.	методы и способы использования специализированных знаний в области физики для освоения профильных физических дисциплин	использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	навыками использования специализированных знаний в области физики для освоения профильных дисциплин
2	ПК-2	Способностью проводить научные исследования в избранной области	современную приборную базу (в том числе сложное физическое	проводить научные исследования в избранной	Навыками научных исследований в избранной

№ п. п. п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы.	оборудование) и методику научных исследований в избранной области физических исследований	области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы	области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы
3	ПК-4	Способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.	методику применения на практике профессиональных знаний и умений, полученных при освоении профильных физических дисциплин	применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	навыками применения на практике профессиональных знаний, полученных при освоении профильных физических дисциплин

В результате освоения дисциплины Кристаллофизика обучающийся должен знать основные закономерности формирования твердотельных материалов с заданными свойствами; понимать взаимосвязь состава, структуры и физических свойств кристаллов и влияние на них различных физических воздействий и полей; уметь применять физические модели и законы для решения прикладных задач; владеть методами физики при решении современных и перспективных технологических задач; навыками рентгенометрического и кристаллооптического исследования материалов.

## 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:

Вид учебной работы	Семестр/часы
	8
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>42,2</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>40</b>
Занятия лекционного типа	20
Лабораторные занятия	20
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-
<b>Иная контактная работа:</b>	
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2

<b>Самостоятельная работа (всего):</b>		<b>29,8</b>
<b>В том числе:</b>		
<i>Курсовая работа</i>		10
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>		5
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>		-
<i>Реферат</i>		-
Подготовка к текущему контролю		8
<b>Контроль:</b>		-
Подготовка к зачету		6,8
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>72</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>42,2</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>

## 2.2. Структура дисциплины:

Дисциплина Кристаллофизика включает следующие разделы:

1. Анизотропия свободных кристаллов.
2. Кристаллооптика.
3. Рентгенометрия кристаллов.

*Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины:*

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Л	КСР	ИКР	ЛР	
1	Анизотропия свободных кристаллов	13,8	4	-	-	-	9,8
2	Кристаллооптика	29	8	1	-	10	10
3	Рентгенометрия кристаллов	29,2	8	1	0,2	10	10
	Итого	72	20	2	0,2	20	29,8

## 2.3. Содержание разделов дисциплины

№ раздел	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Компетенции
1	2	3	4	5
1	Анизотропия свободных кристаллов	<i>Введение:</i> Кристаллофизика, её место среди других физических наук. Взаимосвязь состава, структуры и физических свойств твёрдых тел. <i>Физическая кристаллография:</i> Предельные группы и принципы симметрии. Указательные поверхности. Классификация кристаллов по их естественным физическим свойствам.	Выполнение контрол-х и лабор. работ, тестирование	ПК-1
2	Кристаллооптика	<i>Естественная оптическая анизотропия.</i> Волновая поверхность и оптическая индикатриса. Двулучепреломление. Гиротропия и	Выполнение домаш-х	

		вращательная дисперсия. Классификация кристаллов по их оптическим свойствам: классы гиротропных, одно- и двуосных кристаллов. Оптические методы исследования материалов.	заданий, контр-х и лабор. работ.	ПК-2
3	Рентгенометрия кристаллов	Дифракция X-лучей; формула Вульфа-Бреггов. Интенсивность X-лучей, рассеянных поликристаллом. Основы рентгеновских методов анализа и их возможности: -рентгеноструктурный, -рентгеноспектральный. -рентгенофазовый. Рентгеновский микроанализатор.	Выполнение домаш-х заданий и лабор. работ, тестирование	ПК-2 ПК-4

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Колич-во часов
1	2	3	4	
1.	Анизотропия свободных кристаллов	Предельные группы и принципы симметрии. Указательные поверхности. Классификация кристаллов по их естественным физическим свойствам.	Блицопрос	4
2.	Кристаллооптика	Волновая поверхность и оптическая индикатриса. Двулучепреломление. Гиротропия и вращательная дисперсия. Классификация кристаллов по их оптическим свойствам: классы гиротропных, одно- и двуосных кристаллов. Оптические методы исследования материалов.	Блицопрос Тест	8
3.	Рентгенометрия кристаллов	Дифракция X-лучей; формула Вульфа-Бреггов. Интенсивность X-лучей, рассеянных поликристаллом. Основы рентгеновских методов анализа и их возможности.	Блицопрос Тест	8
<b>Итого:</b>				<b>20</b>

### 2.3.2 Занятия семинарского типа: (не предусмотрены)

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
2	Определение осности и знака кристалла.	6
2	Измерения удельного вращения плоскости поляризации.	4
3	Индицирование дифрактограмм и определение постоянной решётки кубических кристаллов.	4
3	Расчёт рентгенограммы поликристалла заданной структуры.	6
<b>Итого</b>		<b>20</b>

### 2.3.4 Примерный перечень курсовых работ:

1. Структура и физические свойства монокристаллов сложных оксидов.

2. Модернизация спецпрактикума по кристаллофизике.
3. Разработка методики оценки знаний студентов по кристаллофизике.

#### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине *Кристаллофизика*.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка теоретического материала	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, ФГБОУ ВО «КубГУ», 2012. - 33 с.
2	Реферат	1. Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 140 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/93331">https://e.lanbook.com/book/93331</a> . 2. Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 340 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/93303">https://e.lanbook.com/book/93303</a> .
3	Подготовка презентации по теме реферата	Вылегжанина А.О. Деловые и научные презентации [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 115 с. <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=446660">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=446660</a> .

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

#### 3. Образовательные технологии.

При реализации учебной работы по освоению “Кристаллофизики” используются современные образовательные технологии:

- интерактивные формы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

Большая часть лекций проводится с использованием доски, проектора, таблиц, плакатов и демонстрационного эксперимента.

Занятия лабораторного практикума проводятся в специализированной лаборатории.

*Самостоятельная работа* по дисциплине включает:

- самоподготовку к учебным занятиям по конспектам, описаниям лабораторных работ, учебной литературе, интернет ресурсам;
- выполнение домашних заданий (решение типовых задач и выполнение творческих заданий).

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

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации**

Оценка качества освоения программы включает текущий контроль успеваемости и итоговый контроль (зачёт).

Текущий контроль успеваемости ведётся по результатам выполнения домашних заданий и лабораторных работ.

В конце каждого раздела проводится так называемый “блиц-опрос”, когда студенты тут же, после номера заданного вопроса, пишут формулы и (или) определения, решают “короткие” задачи.

##### **Пример бланка блиц опроса:**

Студент(ка) \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

1. Дать краткие определения следующим понятиям:  
 - класс или группа симметрии кристалла \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 - предельные группы симметрии \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 - структурный тип “NaCl” \_\_\_\_\_
2. Установить кристаллы классов **32** и **3m**  
 \_\_\_\_\_
3. Доказать наличие (отсутствие) пьезоэлектрического эффекта у кристаллов классов **4/m** и **3**.  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
4. Заполнить таблицу, поставив + или – там, где надо.

<i>Физическое Класс свойст- кристалла во</i>	<i>Пьезо- электрич. эффект</i>	<i>Гиротропия (вращение плос-ти поляр.)</i>	<i>Одно- осный кристалл</i>	<i>Дву- осный кристалл</i>	<i>Пиро- электрич эффект</i>
↓                      →					
<b>222</b>					
<b>mm2</b>					
<b>1</b>					
<b>23</b>					
<b>4m2</b>					

5. Каким матрицам соответствуют операции симметрии **2<sub>x</sub>** и **4<sub>z</sub>**?  
 Кратко сформулировать принцип суперпозиции и привести свой пример.  
 \_\_\_\_\_

##### **Темы лабораторных работ:**

Индексирование дифрактограмм и определение постоянной решётки кубических кристаллов.

Расчёт рентгенограммы поликристалла заданной структуры.

Оптические методы исследования кристаллических срезов:

- определение осности и знака кристаллов;
- определение удельного вращения плоскости поляризации в кристаллах;



- проверка закона Био (*вращательной дисперсии*).

**Задания для самостоятельной работы студентов.**

Закономерности плотнейших упаковок шаров. Пределы устойчивости структур.  
 Основы рентгенофазового анализа.  
 Особенности строения и свойства жидких кристаллов.  
 Оптические методы исследования механических напряжений.

**Формы и содержание аттестаций.**

*Формы аттестаций:*

Анализ результатов домашних и контрольных работ.  
 Обсуждение результатов выполнения и защита лабораторных работ.  
 Зачёт в конце семестра.

*Примеры контрольных вопросов:*

Элементы симметрии точечных и пространственных групп.  
 Принципы симметрии в кристаллофизике.  
 Пределы устойчивости структур.  
 Сегнетоэлектрики и ферромагнетики.  
 Формула Вульфа – Брэггов.  
 Закон Френеля для скоростей света в кристалле.  
 Суть метода коноскопии.

**Примеры тестов:**

Тест 1

Вопрос	Варианты ответов			
	1	2	3	4
Класс (группа) симметрии 4-хгранной пирамиды	4mm	m3m	4/m	23
Класс симметрии октаэдра	4mm	m3m	4/m	23
К какой категории относится трёхгранная призма?	высшая	низшая	средняя	не существует
Определите индексы Миллера плоскости, если $(x, y, z) = (2, \frac{1}{2}, 1)$ .	(142).	(421)	(412)	(124)
Определите координаты плоскости с индексами Миллера <b>(432)</b> .	$(\frac{1}{2}, 1/3, 1/4)$	$(1/3, 1/6, 1/4)$	$(1/4, 1/3, 1/2)$ .	$(1/3, 1/4, 1/6)$

Тест 2.

В о п р о с	Варианты ответов			
Тип решётки Бравэ CsCl	C	P	I	F
Тип решётки Бравэ NaCl	C	P	I	F
Сколько формульных единиц в решётке типа “алмаза”?	1,	4,	8,	12
В кристаллах какого класса возможен пьезоэффект?	4/m,	4mm,	mm,	2/m
В оптически положительном кристалле...	$N_o > N_e, V_o > V_e, V_o = V_e$			
В оптически отрицательном кристалле...	$N_o > N_e, V_o > V_e, V_o = V_e$			
Координационное число в структуре типа “меди” равно	1,	4,	8,	12

**4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

*(промежуточная аттестация не предусмотрена)*

**4.2.1 Критерии оценки при итоговой аттестации (зачёт):**

*Критериями устного ответа будут выступать следующие качества знаний:*

-полнота – количество знаний об изучаемом объекте, входящих в программу;

- глубина – совокупность осознанных знаний об объекте;
- конкретность – умение раскрыть конкретные проявления обобщённых знаний (доказать на примерах основные положения);
- системность – представление знаний об объекте в системе, с выделением структурных её элементов, расположенных в логической последовательности;
- развёрнутость – способность развернуть знания в ряд последовательных шагов;
- осознанность – понимание связей между знаниями, умение выделить существенные и несущественные связи, познание способов и принципов получения знаний.

*Критериями письменного ответа и практического отчёта будут выступать следующие качества знаний:*

- полнота – количество знаний об изучаемом объекте, входящих в программу;
- глубина – совокупность осознанных знаний об объекте;
- конкретность – умение раскрыть конкретные проявления обобщённых знаний.

*Ответ студента на вопросы по дисциплине «Кристаллофизика» оценивается по двухбалльной системе (зачтено/не зачтено):*

**«Зачтено»** ставится, если:

- дан ответ достаточной степени полноты на поставленный вопрос;
- логика и последовательность изложения не имеют нарушений или присутствуют незначительные нарушения;
- изложение теоретического материала и употребление терминов было безошибочным или допущены несущественные неточности или ошибки;
- показаны умения и навыки практического применения теоретического материала.

**«Не зачтено»** ставится, если

- ответы на поставленные вопросы не были даны, а также если:
- логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения;
- допущены существенные ошибки в теоретическом материале;
- в ответе отсутствуют выводы;
- сформированность умений и навыков не показана.

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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:**

### **5.1 Основная литература:**

1. Басалаев Ю.М. Кристаллофизика и кристаллохимия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.М. Басалаев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014. - 403 с. - [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=278304](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=278304).

2. 1. Егоров-Тисменко, Юрий Клавдиевич Кристаллография и кристаллохимия [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Геология" / Ю. К. Егоров-Тисменко; [под ред. В. С. Урусова]; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Геол. фак. - 3-е изд. - Москва: Книжный дом "Университет", 2014. - 587 с.: ил. - Библиогр.: с. 583-587. - ISBN 978-5-98227-687-2.

3. Тимофеев, В.Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 512 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56612>.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Салех Бахаа Е. А. Оптика и фотоника. Принципы и применения: [учебное пособие: в 2 т.]. Т. 1 / Б. Салех, М. Тейх; пер. с англ. В. Л. Дербова. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 759 с., [4] л. ил.: ил. - ISBN 9785915590389. - ISBN 9785471358329.

2. Салех Бахаа Е.А. Оптика и фотоника. Принципы и применения: [учебное пособие: в 2 т.]. Т. 2 / Б. Салех, М. Тейх; пер. с англ. В. Л. Дербова. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 780 с., [8] л. ил.: ил. - ISBN 9785915591355. - ISBN 9780471358329.

3. Инфракрасная спектроскопия твердотельных систем пониженной размерности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.И. Ефимова [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 248 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90860>.

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

1. Программы моделирования структурных типов:

ТОPOS;

Kristallograph.rar.

2. [http:// escher.epfl.ch/eCrystallography/](http://escher.epfl.ch/eCrystallography/)

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины и подготовке к итоговому контролю (зачёту)**

Контроль полученных знаний осуществляется в виде зачета. Подготовка к нему – это обобщение и укрепление знаний, их систематизация, устранение возникших в процессе учебы пробелов в овладении учебной дисциплиной. Готовясь к зачету, студенты уточняют и дополняют многое из того, что на лекциях или при текущей самоподготовке не было в полном объеме усвоено. Кроме того, подготовка к зачету укрепляет навыки самостоятельной работы, вырабатывает умение оперативно отыскивать нужный нормативный материал, необходимую книгу, расширяя кругозор и умение пользоваться библиотекой и ее фондами.

Зачет проводится в соответствии с учебной программой по данному предмету. Программа – обязательный руководящий документ, по которому можно определить объем

требований, предъявляемых на зачетах, а также систему изучаемого учебного материала. Студенты вправе пользоваться программой и в процессе самих зачетов. Поэтому в ходе изучения предмета, подготовки к зачету нужно тщательно ознакомиться с программой курса. Это позволит целенаправленно изучить материал, самостоятельно проверить полученные знания. При подготовке к зачету следует побывать на групповых и индивидуальных консультациях, которые, являясь необходимым дополнением лекций, лабораторных занятий, помогают глубже усвоить наиболее сложные положения изучаемого курса, устранить пробелы в знаниях.

Зачеты ставят перед студентами задачу самостоятельно распорядиться полученными знаниями, облечь их в надлежащую форму, подготовить логически стройный и научно обоснованный ответ.

#### **8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий по дисциплине Кристаллофизика имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория (ауд. 201 С), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением; специализированные демонстрационные стенды и установки по различным разделам общей физики (ком. 200 С)
2.	Семинары	Семинарские занятия - <i>(не предусмотрены)</i>
3.	Лабораторные занятия	Спецлаборатория кристаллофизики (ком. 320 С), имеющая компьютерный класс, наглядные пособия по кристаллографии, программы моделирования и исследования кристаллических структур, поляризационный микроскоп МИН-8 и 5-осный столик Фёдорова.
4.	Курсовое проектирование	Кабинет для выполнения курсовых работ - спецлаборатория кристаллофизики (ком. 320 С). Лаборатория выращивания монокристаллов (ком. 131 С).
5.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 320 С, кабинет 232 С.
6.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 320 С, кабинет 232 С.
7.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.