

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



\_\_\_\_\_ Хагуров Т.А.

подпись

29 »

мая

2020 г.

## 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 2020

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавриата 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная физика»

Программу составил:

кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры  
физики и информационных систем

Быковский П.И.



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем

«20» апреля 2020 г, протокол № 13

Заведующий кафедрой (разработчика)

Богатов Н.М.

  
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 9 «20» апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета

Богатов Н.М.

  
подпись

Рецензенты:

Исаев В.А., доктор физ.-мат. наук, заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «КубГУ»

Григорьян Л.Р., кандидат физ.-мат. наук, директор ООО НПФ «Мезон»

## 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 экспериментальных и	современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование) и	проводить научные исследования в избранной области	Навыками научных исследований в избранной области

№ п. п. п.	Индекс компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		(или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы.	методику научных исследований в избранной области физических исследований	экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы	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>	
Курсовая работа	10
Проработка учебного (теоретического) материала	5
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	-
Реферат	-
Подготовка к текущему контролю	8
<b>Контроль:</b>	<b>-</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	<i>Введение:</i> Кристаллофизика, её место среди других физических наук. Взаимосвязь состава, структуры и физических свойств твёрдых тел.	Выполнение контрол-х и лабор.	ПК-1

	кристаллов	<i>Физическая кристаллография:</i> Предельные группы и принципы симметрии. Указательные поверхности. Классификация кристаллов по их естественным физическим свойствам.	работ, тестирование	
2	Кристаллооптика	<i>Естественная оптическая анизотропия.</i> 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.	Выполнение домаш-х 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	Количество 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. Бушневая 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 \_\_\_\_\_

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

<b>Физическое свойство кристалла</b> ↓	<b>Пьезоэлектрич. эффект</b>	<b>Гиротропия (вращение плос-ти поляр.)</b>	<b>Одноосный кристалл</b>	<b>Двуосный кристалл</b>	<b>Пироэлектрич эффект</b>
<b>222</b>					
<b>mm2</b>					
<b>1</b>					
<b>23</b>					



<b>4m2</b>					
------------	--	--	--	--	--

5. Каким матрицам соответствуют операции симметрии  $2_x$  и  $4_z$ ?

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:

TOPOS;

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
	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)
	Семинары	Семинарские занятия - <i>(не предусмотрены)</i>
	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.
	Курсовое проектирование	Кабинет для выполнения курсовых работ - спецлаборатория кристаллофизики (ком. 320 С). Лаборатория выращивания монокристаллов (ком. 131 С).
	Групповые (индив-ные) консультации	Аудитория 320 С, кабинет 232 С.
	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 320 С, кабинет 232 С.

	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.
--	------------------------	--