

Министерство образования и науки 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
проректор

подпись

Хагуров Т.А.

« 27 »

2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.05.01 КРИСТАЛЛОФИЗИКА

Направление подготовки 03.04.02 Физика

Направленность Физика конденсированного состояния вещества

Программа подготовки академическая магистратура

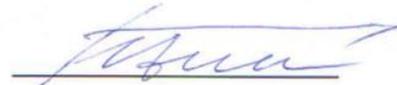
Форма обучения очная

Квалификация выпускника магистр

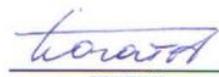
Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.05.01 «Кристаллофизика» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.04.02 Физика профиль «Физика конденсированного состояния вещества».

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



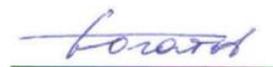
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.05.01 «Кристаллофизика» утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем протокол № 15 «06» апреля 2018 г.
Заведующий кафедрой (разработчик) Богатов Н.М.


подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий протокол № 9 «29» марта 2018 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей) Исаев В.А.


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 10 «12» апреля 2018 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.

Целью дисциплины «Кристаллофизика» является ознакомление студентов с особенностями строения кристаллических и аморфных твёрдых тел, изучение взаимосвязи состава, структуры и физических свойств кристаллов.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачи дисциплины «Кристаллофизика»:

- изучение естественной и искусственной анизотропии кристаллов и искусственной анизотропии аморфных тел;
- освоение приборной базы для исследования физических свойств кристаллов и измерения их физических параметров.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.01 «Кристаллофизика» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления подготовки: 03.04.02 Физика (Физика конденсированного состояния вещества).

Для успешного освоения курса «Кристаллофизика» необходимы знания основ общей физики и курсов «Оптика» и «Кристаллография».

В свою очередь, знание свойств кристаллов способствуют более глубокому пониманию таких специальных дисциплин, как «Строение и свойства кристаллических и аморфных структур», «Спектроскопия конденсированных сред», «Люминесценция твердых тел».

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	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	способы применения знаний свойств кристаллов в различных областях физики	применять знания свойств кристаллов в нестандартных областях науки	навыками адаптации к изменению научного профиля деятельности
2.	ПК-1	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в обла-	основные закономерности формирования твердых тел с заданными свойствами, используя зарубеж-	понимать взаимосвязь состава, структуры и физических свойств кристаллов и влияние на них раз-	навыками рентгенометрического и кристаллооптического исследования материалов

№ п.п.	Индекс компе- тенции	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучаю- щиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		сти физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.	ный и российский опыт	личных физических воздействий и полей, используя современную аппаратуру и информационные технологии	

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 часов), их распределение по семестрам и видам работ представлено в таблице:

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		9	A		
Контактная работа, в том числе:	52,6	28,3	24,3		
Аудиторные занятия (всего):	52	28	24		
Занятия лекционного типа	26	14	12		
Лабораторные занятия	26	14	12		
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-		
Иная контактная работа:	0,6	0,3	0,3		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-	-		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,2	0,3		
Самостоятельная работа, в том числе:	110	53	57		
Проработка учебного (теоретического) материала	53	23	30		
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	40	20	20		
Подготовка к текущему контролю	17	10	7		
Контроль:	53,4	26,7	26,7		
Подготовка к экзамену	53,4	26,7	26,7		
Общая трудоемкость	час.	216	108	108	
	в том числе контактная работа	52,6	28,3	24,3	
	зач. ед	6	3	3	

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 9 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Структура и физические свойства идеальных кристаллов	43	8	-	7	28
2.	Дефекты реальных кристаллов	38	6	-	7	25
	<i>Итого по дисциплине:</i>		14	-	14	53

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

Разделы дисциплины, изучаемые в А семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
3.	Искусственная анизотропия конденсированных сред	43	7	-	6	30
4.	Основные методы исследования физических свойств кристаллов	38	5	-	6	27
	<i>Итого по дисциплине:</i>		12	-	12	57

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Структура и физические свойства идеальных кристаллов	<i>Введение:</i> Кристаллофизика, её место среди других физических наук. Взаимосвязь состава, структуры и физических свойств твёрдых тел. <i>Точечные группы симметрии.</i> Кристаллографические и предельные. Принципы симметрии. Указательные поверхности. Классификация “свободных” кристаллов по их физическим свойствам. Трансляция и пространственные группы симметрии.	Защита лаборат. работ. Выполнение домашних заданий и контрол. работ; блиц-опрос.
2.	Дефекты реальных кристаллов	Типы дефектов в реальных кристаллах: точечные, линейные, объёмные. Плотнейшие упаковки. Ионные радиусы. Пределы устойчивости структур. Условия изоморфного замещения. Локальная симметрия точечных дефектов (примесных центров). Неоднородности состава. Остаточные деформации.	Выполнение домашних заданий и контрол. работ; блиц-опрос.

3.	Искусственная анизотропия конденсированных сред	Пиро- и пьезоэлектрические эффекты. Электро-, пьезо- и акустооптические эффекты. Эффекты квадратичные и линейные. Нелинейная оптика и кристаллооптика. Условие волнового синхронизма (на примере волновой поверхности). Модуляторы и дефлекторы оптического излучения.	Выполнение домашних заданий и контрол. работ; блиц-опрос.
4.	Основные методы исследования физических свойств кристаллов	<i>Оптические:</i> коноскопия Z-срезов - определение осности и знака кристаллов; исследования оптической активности; поляризованная люминесценция; лазерная спектроскопия. <i>Рентгеновские</i> методы исследования структуры и состава.	Выполнение домашних заданий и контрол. работ; блиц-опрос.

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа по данному курсу не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Структура и физические свойства идеальных кристаллов	Симметрия кристаллических многогранников. Геометрия пространственной решётки.	Отчет по лабораторной работе
2	Искусственная анизотропия конденсированных сред	Предельные группы и принципы симметрии.	Отчет по лабораторной работе
3	Основные методы исследования физических свойств кристаллов	Индицирование дифрактограмм и определение постоянной решётки кубических кристаллов. Индицирование дифрактограмм и определение параметров решётки кристаллов средней категории. Расчёт рентгенограммы поликристалла заданной (кубической) структуры. Оптические методы исследования кристаллических срезов: - Определение осности и знака кристаллов. - Определение удельного вращения плоскости поляризации в кристаллах кварца. - Вращательная дисперсия в кристаллах кварца.	Отчет по лабораторной работе

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые проекты не предусмотрены учебным планом.

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	Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	
3	Подготовка к текущему контролю	
4	Подготовка к промежуточной аттестации	
5	Подготовка к итоговой аттестации	

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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

При реализации учебной работы по освоению «Кристаллофизика» используются следующие образовательные технологии:

- лекции;
- лабораторные работы;
- домашнее задание в виде решения задач;
- блиц-опросы по окончании каждого раздела.

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).

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

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

Формы аттестаций:

- Анализ результатов домашних и контрольных работ.

- Обсуждение результатов выполнения и защита лабораторных работ.
- Экзамены в конце семестров 9 и А.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

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.

Темы лабораторных работ:

1. Симметрия кристаллических многогранников.
2. Геометрия пространственной решётки.
3. Предельные группы и принципы симметрии.
4. Индицирование дифрактограмм и определение постоянной решётки кристаллов.
5. Индицирование дифрактограмм кристаллов средних категорий.
6. Расчёт рентгенограммы поликристалла заданной структуры.
7. Оптические методы исследования кристаллических срезов:
 - определение осности и знака кристаллов.
 - определение удельного вращения плоскости поляризации в кристаллах кварца.
 - вращательная дисперсия в кристаллах кварца.

Задания для самостоятельной работы студентов.

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

Пример теста:

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 (432).	$(\frac{1}{2}, 1/3, 1/4)$	$(1/3, 1/6, 1/4)$	$(1/4, 1/3, 1/2)$.	$(1/3, 1/4, 1/6)$

Примеры контрольных вопросов:

1. Элементы симметрии точечных и пространственных групп.
2. Принципы симметрии в кристаллофизике.
3. Пределы устойчивости структур. Сегнетоэлектрики и ферромагнетики.
4. Формула Вульфа – Брэггов. Закон Френеля для скоростей света в кристалле.
5. Суть метода коноскопии.
6. Эффекты Поггеля и Керра.
7. Условие волнового синхронизма.

Пример карточки-теста к лабораторной работе:

1. Сколько элементов симметрии используется в геометрической кристаллографии?

Варианты ответов: 1. – 9; 2. – 32; 3. – 10.

2. Какой набор элементов симметрии соответствует классу C_{3v} ?

Варианты ответов: 1. – $L_3, 3L_2$; 2 – $3P, L_3$; 3 – $3L_3, P$.

3. Какой набор элементов симметрии соответствует классу $3m$?

Варианты ответов: 1. – $L_3, 3L_2$; 2 – $3P, L_3$; 3 – $3L_3, P$.

Пример бланка блиц-опроса:

Студент(ка) _____ Группа _____

1. Дать краткие определения следующим понятиям:

- симметрия _____

центр инверсии _____

- структурный тип _____

2. Установить

кристаллы

классов **23**

и **3m**

3. Доказать наличие (отсутствие) пьезоэлектрического эффекта у кристаллов класса $2/m$ и 32 .

4. Заполнить таблицу, поставив + или – там, где надо.

Физическое свойство кристалла ↓	Пьезо-электрич. эффект →	Гиро-тропия (вращен. пл. пол.)	Одно-осный кристалл	Дву-осный кристалл	Пиро-электрич. эффект
422					
mmm					
3					
32					
62m					

5. Каким матрицам соответствуют операции симметрии 4_x и 3_z ?

$4_x =$

$3_z =$

6. Уравнение Вульфа – Бреггов (условие максимума при дифракции X-лучей):

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

По дисциплине «Кристаллофизика» предусмотрена следующие формы промежуточной аттестации: экзамены (Э) в 9 и А семестрах очной формы обучения.

Вопросы к экзамену (семестр 9).

Физическая кристаллография:

1. Предельные группы.
2. Принципы симметрии.
3. Указательные поверхности (пример).
4. Классификация кристаллов по их физическим свойствам. Пиро- и сегнетоэлектрики.
5. Классификация кристаллов по их физическим свойствам. Пьезоэлектрики.

Естественная оптическая анизотропия:

6. Закон Френеля для скоростей света в кристалле. Двухлучепреломление.
7. Волновая поверхность.
8. Оптическая индикатриса.
9. Гиротропия и вращательная дисперсия. Закон Био.
10. Классификация кристаллов по их оптическим свойствам. Классы гиротропных кристаллов.
11. Классификация кристаллов по их оптическим свойствам. Классы одно- и двуосных кристаллов.
12. Интерференция поляризованных лучей (хроматическая поляризация).
13. Коноскопия Z-срезов.
14. Оптические методы исследования кристаллов.

Вопросы к экзамену (семестр А).

Искусственная оптическая анизотропия конденсированных сред:

1. Пьезо- и электрооптические эффекты и их применения.
2. Акустооптический эффект и его применение.
3. Магнитооптические эффекты и их применения.
4. Модуляторы и дефлекторы оптического излучения.

Нелинейная кристаллооптика:

5. Линейная и нелинейная оптика.
6. Нелинейная поляризация среды.
7. Нелинейные оптические эффекты: самофокусировка.
8. Нелинейные оптические эффекты: генерация второй гармоники.
9. Нелинейные оптические эффекты: вынужденное комбинационное рассеяние.
10. Условия волнового синхронизма (на примере волновых поверхностей).

Рентгенометрия кристаллов:

11. Природа и свойства рентгеновского излучения (X-излучения).
12. Дифракция X-лучей. Формула Вульфа-Бреггов.
13. Интенсивность X-лучей, рассеянных поликристаллом.
14. Основные рентгеновские методы анализа и их возможности: - рентгеноструктурный анализ.

Пример теста:

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...	No>Ne, Vo>Ve, Vo=Ve			
В оптически отрицательном кристалле...	No>Ne, Vo>Ve, Vo=Ve			
Координационное число в структуре типа “меди” равно	1,	4,	8,	12

Образец экзаменационного билета

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Кубанский государственный университет
Кафедра теоретической физики и компьютерных технологий
2018-2019 уч.год

Дисциплина «Кристаллофизика» ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Элементы симметрии кристаллических многогранников.
2. Волновая поверхность.
3. Какими физическими свойствами может обладать кристалл рубина, если его класс симметрии $3m$?

Зав. кафедрой
теоретической физики и компьютерных
технологий, д. ф.-м. наук, доцент

В.А. Исаев

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 (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>.

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

1. Сайт научной библиотеки сибирского федерального университета <http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/94>
2. Сайт, содержащий справочные данные различных кристаллов: <http://refractiveindex.info>.
3. Официальный сайт ФГБУН «ФИАН»: <http://www.lebedev.ru>.
4. Официальный сайт ФГБУН «ИОФ РАН»: <http://www.gpi.ru>.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

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

Очень важно, чтобы подготовка к экзамену начиналась с первого дня учебных занятий и велась в течение всего семестра планомерно, систематически. Преподаватели уже на первых лекциях и занятиях знакомят студентов с экзаменационными и зачетными требованиями, дают рекомендации по самостоятельной работе в течение семестра.

Но подготовка к экзамену не должна ограничиваться слушанием лекций и чтением конспектов. Студент, готовящийся по конспекту, вынужден заучивать краткие записи и формулировки, в связи с чем на экзаменах он, как правило, дает односложные ответы, не располагая достаточными данными для обоснования и развития ответа. Успех экзамену-

ющего зависит от повседневной работы в течение всего семестра на лекциях, лабораторных занятиях, консультациях, в библиотеке.

Экзамен проводится в соответствии с учебной программой по данному предмету. Программа – обязательный руководящий документ, по которому можно определить объем требований, предъявляемых на экзаменах, а также систему изучаемого учебного материала. Студенты вправе пользоваться программой и в процессе самих экзаменов. Поэтому в ходе изучения предмета, подготовки к экзамену нужно тщательно ознакомиться с программой курса. Это позволит целенаправленно изучить материал, самостоятельно проверить полученные знания. При подготовке к экзамену 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. Рекомендации преподавателя содействуют правильной организации самостоятельной работы, ознакомлению с новой литературой и нормативными источниками.

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

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

8.1 Перечень информационных технологий.

Не предусмотрено.

8.2 Перечень необходимого 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 eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).
2. Сайт, содержащий справочные данные различных кристаллов, используемых для лазеров: <http://refractiveindex.info>.
3. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://biblioclub.ru>.
4. Электронная библиотечная система издательства "Лань" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.

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 и лабораторного типа; оснащенность: комплект учебной мебели на 16 мест; Аптечка «Гало» (набор изделий травматологического первой медицинской помощи); доска учебная магнитно-маркерная; комплект плакатов «Теория групп», «Физические свойства кристаллов»; компьютерное оснащение ПЭВМ – 4 шт. на 8 посадочных мест; средства тушения: огнетушитель
2.	Лабораторные занятия	

		350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №320С
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций; оснащенность: комплект учебной мебели с учебными ПЭВМ на 14 мест; 1 ПЭВМ администратора (преподавательский); доска учебная магнитно-маркерная 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 212С, 207С
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации; оснащенность: комплект учебной мебели на 16 мест, доска учебная магнитно-маркерная 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №320С
5.	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы; оснащенность: комплект учебной мебели на 10 мест, 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