

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
качеству образования – первый
проректор

подпись

« 4 » мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.10 Нелинейная оптика

Направление подготовки/специальность 03.04.02 Физика

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

Форма обучения очная

Квалификация магистр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины Б1.В.10 Нелинейная оптика составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 03.04.02 Физика

Программу составил(и):

В.А. Исаев, зав. кафедрой теор. физики и комп. технологий
доктор физ.-мат. наук, доцент


подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.10 Нелинейная оптика утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий протокол № 8 «16» апреля 2021 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

Исаев В.А.

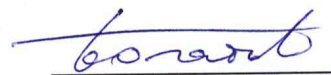

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 13 «16» апреля 2021 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. Григорян, генеральный директор ООО ПНФ «Мезон»
кандидат физико-математических наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Учебная дисциплина «Оптические свойства кристаллов» ставит своей целью дать студентам необходимыми сведениями о теории, методах получения и физических основах практического применения кристаллических материалов; сформировать у студентов представления о специфических особенностях основных типов оптических материалов путем их сравнения по областям применения, эксплуатационным параметрам, оптическим и физико-химическим свойствам и технологии производства.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачи дисциплины «Оптические свойства кристаллов»:

1. научить студентов ориентироваться в многообразии видов оптических материалов и их свойств;
2. дать студентам представление о классификации оптических материалов по областям применения, химическому составу и структуре;
3. сформировать у студентов систему понятий и представлений об особенностях структуры различных оптических материалов, специфике их оптических и физико-химических свойств и физических механизмах формирования этих свойств, способах получения оптических материалов различной природы и причинах взаимосвязи структуры и технологии с совокупностью функциональных свойств.
4. дать студентам представление о современной теории роста кристаллов, об основных физических свойствах оптических кристаллов и основных методах и технологиях их получения.
5. ознакомить студентов с физико-химическими принципами разработки новых оптических материалов и выработать у них навыки теоретической оценки возможности изменения свойств оптических материалов путем изменения их состава и технологии.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Оптические свойства кристаллов» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана 03.04.02 Физика профиля «Физика конденсированного состояния вещества». Дисциплина находится в логической и методологической взаимосвязи с другими частями ООП и ориентирована при подготовке магистрантов на формирование представлений о современной теории роста кристаллов, об основных физических свойствах оптических кристаллов и основных методах и технологиях их получения. Изучение дисциплины базируется на следующих курсах: «Электродинамика и электродинамика сплошных сред», «Оптика», «Кристаллография», «Кристаллофизика».

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 профессиональной компетенции (ПК-1)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и ин-	основные классы оптических материалов и четко понимать особенности их применения; основы совре-	применять знания о физико-химических процессах, происходящих в оптических кристаллах на	современными экспериментальными методами исследования основных оптических и/или физико-

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		формационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	менных представлений о структуре, оптических, физических и физико-химических свойствах оптических материалов различных классов, определяющих сферу их применения, и о механизмах формирования их основных свойств	современной аппаратуре	химических свойств оптических кристаллов; навыками выполнения алгебраических расчетов свойств оптических материалов и навыками эффективного использования имеющихся компьютерных программ для моделирования свойств оптических материалов

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 видам работ представлено в таблице

(для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			9	А		
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)		0,6	0,3	0,3		
Самостоятельная работа, в том числе:		110	53	57		
Проработка учебного (теоретического) материала		50	20	30		
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		40	20	20		
Подготовка к текущему контролю		20	13	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	СР
1	2	3	4	5	6	7
1.	Нелинейная среда	21	4	-	4	13
2.	Генерация гармоник	30	5	-	5	20
3.	Параметрическое усиление и генерация	30	5	-	5	20
	<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	СР
1	2	3	4	5	6	7
4.	Вынужденное рассеяние	29	4	-	6	19
5.	Самофокусировка	29	4	-	6	19
6.	Двулучепреломление	23	4	-	-	19
	<i>Итого по дисциплине:</i>		12	-	12	57

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

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Нелинейная среда	Уравнения Максвелла в нелинейной среде. Модель ангармонического осциллятора. Газ свободных электронов. Формализм матрицы плотности. Микроскопические выражения для нелинейных восприимчивостей. Пространственное накопление нелинейно-оптических явлений на примере генерации второй гармоники, когерентная длина. Условие волнового синхронизма. Волновой синхронизм в изотропных и анизотропных средах.	Коллоквиум / ЛР
2.	Генерация гармоник	Генерация второй гармоники. Вторая гармоника в сфокусированных гауссовых пучках. Генерация третьей гармоники в кристаллах. Оптические гармоники в газах. Измерение нелинейных оптических восприимчивостей. Генерация второй гармоники сверхкоротким импульсом. Генерация разностной частоты. Решение для плоских волн. Получение излучения в далёком ИК диапазоне с	Коллоквиум / ЛР

		помощью процесса генерации разностной частоты. Генерация излучения в далёком ИК диапазоне при оптическом детектировании сверхкоротких импульсов.	
3.	Параметрическое усиление и генерация	Параметрическое усиление. Двухрезонаторный параметрический генератор. Однорезонаторный параметрический генератор. Частотная перестройка параметрических генераторов. Параметрическая флуоресценция. Параметрический генератор с обратной волной.	Коллоквиум / ЛР
4.	Вынужденное рассеяние	Квантовая теория вынужденного комбинационного рассеяния. Описание процесса вынужденного комбинационного рассеяния на языке связанных волн. Связь стоксовой и антистоксовой компонент. Комбинационное рассеяние высших порядков. Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна. Вынужденные температурные рассеяния Бриллюэна и Рэлея. Другие типы вынужденного рассеяния света.	Коллоквиум / ЛР
5.	Самофокусировка	Самофокусировка. Физическое описание. Теория. Квазистационарная самофокусировка. Нестационарная самофокусировка. Самофокусировка в твёрдом теле. Другие случаи самофокусировки. Фазовая самофокусировка. Двулучепреломление, наведённое сильным полем. Общие выражения для показателей преломления, наведённых сильным оптическим полем. Физические механизмы. Оптический эффект Керра и вращение эллипса поляризации. Нестационарные эффекты.	Коллоквиум / ЛР
6.	Двулучепреломление	Двулучепреломление, наведённое сильным полем. Общие выражения для показателей преломления, наведённых сильным оптическим полем. Физические механизмы. Оптический эффект Керра и вращение эллипса поляризации. Нестационарные эффекты.	Коллоквиум / ЛР

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Нелинейная среда	Неодимовый лазер.	Отчет по лабораторной работе (ЛР)
2	Генерация гармоник	Оптический квантовый усилитель.	ЛР
3	Параметрическое усиление и генерация	Лазерные излучатели.	ЛР
4	Вынужденное	Изучение метода оптического гетеродина-	ЛР

	рассеяние	рования.	
5	Самофокусировка	Лазер на парах меди.	ЛР

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

3. Образовательные технологии.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

В преподавании курса используются современные образовательные технологии:

1. Метод работы в малых группах;
2. Интерактивная лекция (лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций).

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью ООП, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе должен составлять не менее 10 процентов от общего объема аудиторных занятий.

Используемые интерактивные образовательные технологии по семестрам и видам занятий на очной форме обучения

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
А	Л	Интерактивная лекция.	8

	ЛР	Метод работы в малых группах.	8
Итого:			16

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

– усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний, получаемых посредством изучения рекомендуемой литературы и путем выполнения лабораторных работ.

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

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

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

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

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

ЛР по теме 1

1. Расскажите про основные отличия лазерного излучения от излучений других типов.
2. Какие основные области применения лазеров?
3. Расскажите про процессы поглощения, спонтанного и индуцированного испускания кванта.
4. Какие из возбужденных уровней называются метастабильными?
5. Что такое инверсная населенность уровней и как она создается?
6. Из каких основных компонент состоит лазер?
7. Что представляет собой оптический резонатор и его назначение?
8. Чем объясняется высокая монохроматичность и направленность лазерного излучения?
9. Объясните устройство и принцип работы неодимового лазера?
10. Расскажите, как определяют расходимость излучения лазера?

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

По дисциплине «Оптические свойства кристаллов» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамены (Э) в 9 и А семестрах очной формы обучения.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЭКЗАМЕН (9 семестр)

1. Кристаллы. Простейшие элементы симметрии кристаллов. Матричное представление операций симметрии. Точечные группы симметрии кристаллов.
2. Системы кристаллических классов – сингонии. Симметрия и физические свойства кристалла: принцип Неймана.
3. Тензор диэлектрической проницаемости кристаллов различных кристаллических систем.
4. Электромагнитные волны в прозрачных кристаллах. Уравнение Френеля.
5. Отрицательные одноосные и положительные кристаллы. Двулучепреломление: обыкновенная и необыкновенная волна. Двуосные отрицательные и положительные кристаллы.
6. Коническая рефракция.
7. Эллипсоид показателя преломления - оптическая индикатриса. Преломление на границе раздела анизотропных сред.
8. Интерференция поляризованных лучей.

9. Электрооптические коэффициенты кристаллов в тензорном представлении. Линейный электрооптический эффект (эффект Поккельса). Квадратичный электрооптический эффект (эффект Керра).
10. Амплитудная и фазовая электрооптическая модуляция света.
11. Принцип суперпозиции и его нарушение.
12. Классификация нелинейных явлений. Нелинейная восприимчивость второго порядка, модель ангармонического осциллятора.
13. Общие свойства тензора квадратичной восприимчивости.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЭКЗАМЕН (А семестр)

1. Волновое уравнение в нелинейной среде.
2. Приближение медленно меняющихся амплитуд. Соотношение Менли-Роу.
3. Укороченные волновые уравнения генерации второй гармоники. Интенсивность второй гармоники при наличии волновой расстройки. Генерация второй гармоники в приближении заданного поля основной частоты.
4. Согласование фаз при генерации второй гармоники. Длина когерентного взаимодействия. Квазисинхронное взаимодействие. Условие фазового согласования в кристаллах с двулучепреломлением. Виды фазового синхронизма в одноосных положительных и отрицательных кристаллах. Определение эффективной нелинейной восприимчивости для кристаллов различных симметрий.
5. Апертурные эффекты при генерации второй гармоники. Угловые, температурные и спектральные дисперсионные коэффициенты. Некритичный - 90-градусный синхронизм. Генерация второй гармоники гауссовыми пучками. Условия оптимальной фокусировки.
6. Укороченные волновые уравнения при трехчастотном параметрическом взаимодействии. Параметрическое преобразование частоты вверх (up-conversion). Эффективность преобразования частоты из инфракрасного диапазона в видимый. Параметрическое усиление и генерация света. Коэффициент усиления. Условия возбуждения параметрической генерации. Типы фазового согласования. Перестройка частоты параметрического генератора. Типы параметрических генераторов света (ПГС).
7. Спонтанное комбинационное рассеяние света (рамановское рассеяние света). Вынужденное комбинационное рассеяние света. Вынужденное антистоксово комбинационное рассеяние. Активная спектроскопия комбинационного рассеяния (АСКР, КАРС).
8. Термодинамический подход в теории молекулярного рассеяния. Рассеяние Мандельштама-Бриллюэна. Релеевская компонента молекулярного рассеяния. Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна.
9. Вынужденное температурное рассеяние света (ВТР). Вынужденное концентрационное рассеяние. Вынужденное рассеяние крыла линии Релея.
10. Дисперсионное расплывание волновых пакетов. Второе приближение теории дисперсии. Третье и высшие приближения теории дисперсии.
11. Удвоение частоты сверхкоротких импульсов. Групповой синхронизм. Параметрическое усиление сверхкоротких импульсов. Формирование и сжатие импульсов при параметрическом преобразовании.
12. Физические механизмы изменения показателя преломления. Самомодуляция и самофокусировка лазерных импульсов. Волноводный режим распространения.
13. Основные механизмы уширения спектра в объемных средах, волоконных системах и фотонных кристаллах при распространении в них импульсов различной (предельно короткой, фемтосекундной и пикосекундной) длительностей.

Образец экзаменационного билета

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Кубанский государственный университет

Кафедра теоретической физики и компьютерных технологий

2018-2019 уч.год

Дисциплина «**Оптические свойства кристаллов**»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Кристаллы. Простейшие элементы симметрии кристаллов. Матричное представление операций симметрии. Точечные группы симметрии кристаллов.
2. Основные механизмы уширения спектра в объемных средах, волоконных системах и фотонных кристаллах при распространении в них импульсов различной (предельно короткой, фемтосекундной и пикосекундной) длительностей.

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.

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

6.1 Основная 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>.

5.2. Дополнительная литература:

1) Кульчин Ю.Н. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем /Ю.Н. Кульчин. — Москва: Физматлит, 2015. — 488 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72018>.

2) Соболев В.В. Оптические свойства и электронная структура неметаллов / В.В. Соболев. - Ижевск : Издательство Ижевский институт компьютерных исследований, 2012. - Т. 1. Введение в теорию. - 583 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468790>.

3) Гольдаде В.А. Физика конденсированного состояния / В.А. Гольдаде, Л.С. Пинчук; под ред. Н.К. Мышкина. - Минск: Белорусская наука, 2009. - 648 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93309>.

4) Синтез, структурные и спектральные свойства активных кристаллических материалов: монография. /В.А. Исаев // Краснодар: Кубанский гос. ун - т, 2015. - 173 с.

5) 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>.

5.3. Периодические издания:

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

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

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

4.	http://www.scopus.com	База данных Scopus индексирует более 18 тыс. наименований журналов от 5 тыс. международных издательств, включая более 300 российских журналов. Непревзойденная поддержка в поиске научных публикаций и предоставлении ссылок на все вышедшие рефераты из обширного объема доступных статей. Возможность получения информации о том, сколько раз ссылались другие авторы на интересующую Вас статью, предоставляется список этих статей. Отслеживание своих публикаций с помощью авторских профилей, а также работы своих соавторов и соперников.
5.	http://www.elibrary.ru	Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.
6.	http://diss.rsl.ru	«Электронная библиотека диссертаций» Российской Государственной Библиотеки (РГБ) в настоящее время содержит более 400 000 полных текстов наиболее часто запрашиваемых читателями диссертаций. Ежегодное оцифровывание от 25000 до 30000 диссертаций.

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

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

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

8.1 Перечень информационных технологий.

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
Математический пакет «Mathcad»	№127-АЭФ/2014 от 29.07.2014

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 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №320С
2.	Лабораторные занятия	
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