

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Физико-технический факультет



Т.А. Хагуров

« 29 » _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.04 ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОНДЕНСИРОВАННОЙ СРЕДЫ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Направление подготовки 03.04.02 Физика

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

Программа подготовки академическая магистратура

Форма обучения очная

Квалификация выпускника магистр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.04 «Взаимодействие конденсированной среды с электромагнитным излучением» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.04.02 Физика профиль «Физика конденсированного состояния (теория, эксперимент и дидактика)».

Программу составил:

А.В. Скачедуб, доцент каф. теор. физики
и комп. технологий, к. ф.-м. н



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.04 «Взаимодействие конденсированной среды с электромагнитным излучением» утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий
протокол № 10 «16» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Исаев В.А.



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий
протокол № 10 «16» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Исаев В.А.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета
протокол № 9 «20» апреля 2020 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.

Учебная дисциплина «Взаимодействие конденсированной среды с электромагнитным излучением» ставит своей целью формирование представлений об основных принципах взаимодействия электромагнитных волн с конденсированными средами.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачами дисциплины «Взаимодействие конденсированной среды с электромагнитным излучением» являются:

- формирование систематических знаний и абстрактных представлений по основным разделам теории взаимодействия конденсированной среды с электромагнитным полем, необходимых для выполнения самостоятельных научных исследований и лабораторного практикума в рамках учебного курса с помощью современной аппаратуры и информационных технологий;

- знакомство с основными методами исследования и расчета характеристик распространения, излучения и поглощения электромагнитных волн в конденсированных средах с использованием новейшего российского и зарубежного опыта;

- изучение экспериментальных основ теории распространения электромагнитных волн в конденсированных средах.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Взаимодействие конденсированной среды с электромагнитным излучением» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана 03.04.02 Физика направленности «Физика конденсированного состояния вещества» и ориентирована при подготовке магистрантов на формирование систематических знаний по основным разделам теории взаимодействия конденсированной среды с электромагнитным полем. Дисциплина находится в логической и содержательно-методологической взаимосвязи с другими частями ООП и базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Электродинамика и электродинамика сплошных сред», «Квантовая теория». Для успешного овладения материалом курса необходимы знания из курсов «Термодинамики и статистическая физика», «Оптика», «Кристаллофизика». Знания, полученные в процессе обучения, необходимы для успешного прохождения производственной и преддипломной практики.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурной и профессиональной компетенций (ОК-1, ПК-1)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	основные законы, идеи и принципы теории конденсированного состояния, их становление и развитие в исторической последовательности, их математическое описание, их экспе-	анализировать характеристики распространения, излучения и поглощения электромагнитных волн в конденсированных средах	представлениями о процессе взаимодействия конденсированной среды с электромагнитным полем

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			риментальное исследование и практическое использование		
2.	ПК-1	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	экспериментальные основы теории распространения электромагнитных волн в конденсированных средах для решения конкретных прикладных задач	осмысливать и интерпретировать основные положения теории конденсированного состояния, оценивать порядки физических величин, использовать полученные знания в различных областях физической науки и техники	навыками применения полученных теоретических знаний для решения прикладных задач

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 (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		9			
Контактная работа, в том числе:	28,2	28,2			
Аудиторные занятия (всего):	28	28			
Занятия лекционного типа	14	14			
Лабораторные занятия	14	14			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-			
Иная контактная работа:	0,2	0,2			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:	43,8	43,8			
Проработка учебного (теоретического) материала	20	20			
Подготовка к текущему контролю	23,8	23,8			
Контроль:	-	-			
Подготовка к экзамену	-	-			
Общая трудоёмкость	час.	72	72		
	в том числе контактная работа	28,2	28,2		
	зач. ед.	2	2		

2.2 Структура дисциплины:

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

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение в теорию взаимодействия электромагнитного излучения с конденсированными средами	6	1	-	-	5
2.	Распространение электромагнитных волн в конденсированных средах	10	1	-	4	5
3.	Элементарная теория дисперсии электромагнитных волн	7	2	-	-	5
4.	Распространение электромагнитных волн в неоднородных средах	7	2	-	-	5
5.	Распространение электромагнитных волн в нелинейной среде	12	2	-	5	5
6.	Спонтанные и вынужденные процессы при распространении электромагнитных волн	12	2	-	5	5
7.	Кооперативные и когерентные процессы при распространении электромагнитных волн в среде	7	2	-	-	5
8.	Воздействие электромагнитного излучения на конденсированную среду	10,8	2	-	-	8,8
<i>Итого по дисциплине:</i>			14	-	14	43,8

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.	Введение в теорию взаимодействия электромагнитного излучения с конденсированными средами	Введение. Краткий обзор современных проблем физики взаимодействия электромагнитного (оптического) излучения с веществом. Классическое и квантовомеханическое описание электромагнитного поля и конденсированной среды. Линейные и нелинейные восприимчивости. Модели, объясняющие нелинейные эффекты при взаимодействии электромагнитных волн с веществом.	Коллоквиум
2.	Распространение электромагнитных волн в конденсированных средах	Распространение электромагнитной волны в линейной среде. Свойства тензора диэлектрической проницаемости в анизотропной среде. Оптически изотропные, одноосные и двуосные кристаллы. Уравнение волновых нормалей Френеля. Особенности распространения света в одноосных кристаллах: обыкновенная и необыкновенная волны, их поляризация. Способы получения поляризованной световой волны. Двуосные кристаллы.	Коллоквиум, Защита ЛР №1
3.	Элементарная	Распространение света в поглощающих средах. Закон	Коллоквиум

	теория дисперсии электромагнитных волн	Бугера. Элементарная теория дисперсии. Распространение электромагнитной волны в среде со свободными носителями зарядов. Распространение света в диэлектрической среде. Нормальная и аномальная дисперсия. Связь аномальной дисперсии с поглощением. Соотношение Крамерса-Кронига, его применение.	
4.	Распространение электромагнитных волн в неоднородных средах	Распространение электромагнитной волны в неоднородной среде. Слоисто-неоднородные среды. Уравнения Матье и Хилла, описывающие распространение волн. Индуцированная неоднородность, фотонные кристаллы. Распространение электромагнитной волны в рассеивающей среде. Рассеяние на одиночной частице, формула Рэлея. Распространение электромагнитной волны в рассеивающем слое.	Коллоквиум
5.	Распространение электромагнитных волн в нелинейной среде	Нелинейная геометрическая оптика, нелинейное параболическое уравнение, критерии устойчивости плоской волны в нелинейной среде, самофокусировка и самоканализация пучков света, самосжатие импульсов излучения, фазовая самомодуляция. Взаимодействие электромагнитных волн через нелинейную среду. Фундаментальные аспекты нелинейной оптики, генерация гармоник и смешение частот, пространственный синхронизм и способы его создания, параметрические процессы, параметрические генераторы, нелинейное отражение света от границы среды.	Коллоквиум, Защита ЛР №2
6.	Спонтанные и вынужденные процессы при распространении электромагнитных волн	Спонтанные вынужденные процессы рассеяния света. Механизмы вынужденных рассеяний комбинационное (рамановское) рассеяние, вынужденное рассеяние Мандельштам-Бриллюэна, магнитооптика, взаимодействие инфракрасных волн с упругими волнами в кристаллах.	Коллоквиум, Защита ЛР №3
7.	Кооперативные и когерентные процессы при распространении электромагнитных волн в среде	Многофотонные процессы. Двухфотонное поглощение, многофотонная ионизация вещества, энергетический спектр атома и молекулы в сильном электромагнитном поле, перестройка спектра кристаллов в сильном переменном поле, понятие квазиэнергии, точно решаемые модели, нелинейный фотоэффект в металле. Когерентные взаимодействия. Двухуровневая модель для одного и двухфотонного резонанса, эффект самоиндуцированной прозрачности, оптическая нутация, фотонное (световое) эхо, адиабатическое прохождение, импульсы, нестационарные нелинейнооптические эффекты в резонансных условиях, динамика спектроскопических переходов.	Коллоквиум
8.	Воздействие электромагнитного излучения на конденсированную среду	Механизмы разрушения твердых тел при воздействии мощного лазерного излучения. Пробой в твердых телах и кристаллах, влияние примесей и несовершенств кристаллов на их оптическую прочность. Нелинейные процессы поглощения энергии излучения веществом, критерии разрушения сплошных образцов и малых частиц (аэрозолей), процессы на границе раздела сред, роль дефектов. Динамические процессы взаимодействия ла-	Коллоквиум

		зерного излучения с веществом. Образование многозарядовых ионов, лазерный факел, гидродинамический разлет вещества, возникновение ударных волн, импульс отдачи.	
--	--	---	--

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	Распространение электромагнитных волн в конденсированных средах	Особенности распространения света кристаллах.	Защита ЛР №1
2	Распространение электромагнитных волн в нелинейной среде	Распространение света в поглощающих средах.	Защита ЛР №2
3	Спонтанные и вынужденные процессы при распространении электромагнитных волн	Спонтанные и вынужденные процессы при распространении света.	Защита ЛР №3

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.

При реализации учебной работы по освоению курса «Взаимодействие конденсированной среды с электромагнитным излучением» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- исследовательские методы в обучении;
- дискуссия.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу магистрантов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

Дискуссия

Она является одной из важнейших форм образовательной деятельности, стимулирующей инициативность учащихся. Учебный материал в ходе дискуссии усваивается за счет:

- обмена информацией между участниками;
- разных подходов к одному и тому же предмету;
- сосуществования различных, вплоть до взаимоисключающих, точек зрения;
- возможности критиковать и даже отвергать любое мнение;
- поиска группового соглашения в виде общего мнения или решения.

Задача дискуссии – коллективно, с разных точек зрения, под разными углами обсудить и исследовать спорные моменты. Основные правила ведения дискуссии:

- нельзя критиковать людей, только их идеи;
- цель дискуссии не в определении победителя, а в консенсусе;
- все участники должны быть вовлечены в дискуссию;
- выступления должны проходить организованно, с разрешения ведущего, перепалка недопустима;

• каждый участник должен иметь право и возможность высказаться;

• обсуждению подлежат все позиции; – в процессе дискуссии участники могут изменить свою позицию;

- строить аргументацию необходимо на бесспорных фактах;
- в заключение всегда должны подводиться итоги.

По ходу дискуссии преподаватель должен следить, чтобы слишком эмоциональные и разговорчивые учащиеся не подменили тему, и чтобы критика позиций друг друга была обоснованной. Соединение работы в группах с решением проблемной ситуации создает наиболее эффективные условия для обмена знаниями, идеями и мнениями, обеспечивает всесторонний анализ и обоснованный выбор решения той или иной темы. Студенты овладевают ораторскими умениями, искусством ведения полемики, что само по себе вносит важный вклад в их личностное развитие.

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

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Текущий контроль:

- коллоквиум по изучаемым разделам дисциплины;
- лабораторные работы.

Вопросы для коллоквиума:

1. Линейные и нелинейные восприимчивости.
2. Распространение электромагнитной волны в линейной анизотропной среде. Оптически изотропные, одноосные и двуосные кристаллы.
3. Особенности распространения света в одноосных кристаллах: обыкновенная и необыкновенная волны, их поляризация.
4. Элементарная теория дисперсии. Распространение электромагнитной волны в среде со свободными носителями зарядов.
5. Распространение света в диэлектрической среде. Нормальная и аномальная дисперсия.

6. Распространение электромагнитной волны в слоисто-неоднородной среде. Фотонные кристаллы.
7. Распространение электромагнитной волны в рассеивающей среде. Рассеяние на одиночной частице, формула Рэлея.
8. Нелинейная оптика. Основные нелинейно-оптические эффекты.
9. Фундаментальные аспекты нелинейной оптики, генерация гармоник и смешение частот. Пространственный синхронизм и способы его создания.
10. Спонтанные вынужденные процессы рассеяния света.
11. Многофотонные процессы. Двухфотонное поглощение, многофотонная ионизация вещества.
12. Когерентные взаимодействия. Двухуровневая модель для одно- и двухфотонного резонанса, эффект самоиндуцированной прозрачности, оптическая нутация, фотонное (световое) эхо.
13. Механизмы разрушения твердых тел при воздействии мощного лазерного излучения.

Пример контрольных вопросов к лабораторной работе.

Лабораторная работа 1

Особенности распространения света кристаллах.

1. Что является предметом изучения в кристаллооптике?
2. Что такое оптически изотропная среда, оптически анизотропная?
3. Перечислите оптические классы кристаллов.
4. Какой вектор однозначно определяет фазовую скорость распространения волны?
5. Постройте эллипсоиды Коши для каждого оптического класса кристалла.
6. Какие интерференционные явления возникают при прохождении света через кристаллические пластинки?
7. Каким образом определяется оптический знак кристалла?

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

По дисциплине «Взаимодействие конденсированной среды с электромагнитным излучением» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет (З) в 1 семестре очной формы обучения.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЗАЧЕТ:

1. Классическое и квантовомеханическое описание электромагнитного поля и конденсированной среды.
2. Линейные и нелинейные восприимчивости. Модели, объясняющие нелинейные эффекты при взаимодействии электромагнитных волн с веществом.
3. Распространение электромагнитной волны в линейной среде. Свойства тензора диэлектрической проницаемости в анизотропной среде.
4. Оптически изотропные, одноосные и двуосные кристаллы. Уравнение волновых нормалей Френеля.
5. Особенности распространения света в одноосных кристаллах: обыкновенная и необыкновенная волны, их поляризация. Способы получения поляризованной световой волны. Двуосные кристаллы.
6. Распространение света в поглощающих средах. Закон Бугера. Элементарная теория дисперсии.
7. Распространение электромагнитной волны в среде со свободными носителями зарядов.
8. Распространение света в диэлектрической среде. Нормальная и аномальная дисперсия. Связь аномальной дисперсии с поглощением.
9. Соотношение Крамерса-Кронига, его применение.
10. Распространение электромагнитной волны в неоднородной среде. Слоисто-неоднородные среды. Уравнения Матье и Хилла, описывающие распространение волн.
11. Индуцированная неоднородность, фотонные кристаллы.

12. Распространение электромагнитной волны в рассеивающей среде.
13. Рассеяние на одиночной частице, формула Рэлея. Распространение электромагнитной волны в рассеивающем слое.
14. Нелинейная геометрическая оптика, нелинейное параболическое уравнение, критерии устойчивости плоской волны в нелинейной среде.
15. Самофокусировка и самоканализация пучков света, самосжатие импульсов излучения, фазовая самомодуляция.
16. Взаимодействие электромагнитных волн через нелинейную среду. Фундаментальные аспекты нелинейной оптики, генерация гармоник и смещение частот, пространственный синхронизм и способы его создания.
17. Параметрические процессы, параметрические генераторы, нелинейное отражение света от границы среды.
18. Спонтанные вынужденные процессы рассеяния света. Механизмы вынужденных рассеяний комбинационное (рамановское) рассеяние.
19. Вынужденное рассеяние Мандельштамма-Бриллюэна, магнитооптика, взаимодействие инфракрасных волн с упругими волнами в кристаллах.
20. Многофотонные процессы. Двухфотонное поглощение, многофотонная ионизация вещества.
21. Энергетический спектр атома и молекулы в сильном электромагнитном поле, перестройка спектра кристаллов в сильном переменном поле, понятие квазиэнергии, точно решаемые модели, нелинейный фотоэффект в металле.
22. Когерентные взаимодействия. Двухуровневая модель для одно- и двухфотонного резонанса, эффект самоиндуцированной прозрачности.
23. Оптическая нутация, фотонное (световое) эхо, адиабатическое прохождение, импульсы.
24. Нестационарные нелинейно-оптические эффекты в резонансных условиях, динамика спектроскопических переходов.
25. Механизмы разрушения твердых тел при воздействии мощного лазерного излучения.
26. Пробой в твердых телах и кристаллах, влияние примесей и несовершенств кристаллов на их оптическую прочность.
27. Нелинейные процессы поглощения энергии излучения веществом, критерии разрушения сплошных образцов и малых частиц (аэрозолей), процессы на границе раздела сред, роль дефектов.
28. Динамические процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом. Образование многорядовых ионов, лазерный факел, гидродинамический разлет вещества, возникновение ударных волн, импульс отдачи.

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 зачете;

– 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).

5.1 Основная литература:

1) Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 2. Электричество и магнетизм / И.В. Савельев. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/705>.

2) Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 4. Волны. Оптика / И.В. Савельев. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/707>.

5.2 Дополнительная литература:

1) Физика твердого тела / А.А. Корнилович, В.И. Ознобихин, И.И. Суханов, В.Н. Холякко. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 71 с. - Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228969>.

2) 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>.

3) Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И.В. Савельев. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/708>.

4) Современные методы структурного анализа веществ / М.Ф. Куприянов, А.Г. Рудская, Н.Б. Кофанова и др. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2009. - 288 с. - Библиогр. в кн. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241003>.

5) Введение в прикладную нелинейную оптику / О.В. Кузьмин, А.А. Мартынов, В.Л. Панютин и др.; КубГУ. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 1999. - 279 с.

5.3. Периодические издания:

1. Акустический журнал;
2. Успехи физических наук;
3. Журнал экспериментальной и теоретической физики;
4. Журнал физической химии;
5. Физика твердого тела;
6. Квантовая электроника.

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 лабораторным 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.

1. Проверка заданий и консультирование посредством электронной почты.
2. Использование компьютерных технологий на лабораторных занятиях.

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	№73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение

Office Professional Plus	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 "Университетская библиотека ONLINE" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://biblioclub.ru>.
2. Электронная библиотечная система издательства "Лань" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.
3. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).

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; доска учебная магнитно-маркерная; комплект плакатов «Теория групп», «Физические свойства кристаллов»; компьютерное оснащение ПЭВМ 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; 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, доска учебная магнитно-маркерная 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №320С
5.	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы; оснащенность: комплект учебной мебели, 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