

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
  
Т.А. Хатузов  
подпись  
28 мая 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.ДВ.2.1 ЛАЗЕРЫ. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА**

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия

Направленность 01.04.07 Физика конденсированного состояния


Программа подготовки академическая

Форма обучения: очная

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-Исследователь

Краснодар 2021

**Рабочая программа** составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, утвержденными 30 июля 2014 г. № 867, зарегистрированный в Министерстве юстиции Российской Федерации 25.08.2014 г. № 33836

**Автор:**  В.А. Исаев, д-р физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»

Программа одобрена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий от «16» апреля 2020 г., протокол № 10

Зав. кафедрой



В.А. Исаев

Одобрено на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета от «20» апреля 2020 г., протокол № 13

Председатель УМС факультета,  
д. ф.-м. наук, профессор



Н.М. Богатов

Зав. отделом аспирантуры и  
докторантуры



Е.В. Строганова

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

### 1.1 Цель освоения дисциплины.

Целью дисциплины «Лазеры. Теория и практика» является ознакомление с физическими принципами создания оптических квантовых генераторов и с возможностями практического использования оптических квантовых генераторов (лазеров).

### 1.2 Задачи дисциплины.

Основные задачи дисциплины:

- формирование систематических знаний по основным разделам теории лазеров, необходимых для выполнения самостоятельных научных исследований и лабораторного практикума в рамках учебного курса;
- ознакомление с многочисленными направлениями практического применения лазеров;
- выработка у аспирантов навыков самостоятельной учебной деятельности, развитие у них познавательных потребностей.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Лазеры. Теория и практика» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана 03.06.01 Физика и астрономия профиля 01.04.07 Физика конденсированного состояния.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении дисциплин направления 03.04.02 Физика профиля Физика конденсированного состояния вещества: Б1.В.02 «Теория конденсированного состояния», Б1.В.05 «Экспериментальные методы исследований в физике конденсированного состояния», Б1.В.ДВ.01.01 «Технологии материалов твердотельной электроники», Б1.В.ДВ.02.01 «Спектроскопия конденсированных сред», Б1.В.ДВ.04.01 «Теория и применение лазеров».

### 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 компетенций

№ п. п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научноисследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационнокоммуникационных технологий	основные законы, идеи и принципы спектроскопии и конденсированных сред, их становление и развитие в исторической последовательности, их математическое описание,	применять полученные теоретические знания для решения прикладных задач	четкими представлениями о современных научных концепциях спектроскопии конденсированных сред

			их экспериментальное исследование и практическое использование		
2.	ПК-2	владением теоретическими и эксперименталь-	терминологию и определения физических вели-	выбирать, осваивать и совершен-	компьютерными методами расчета па-
№ п. п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			<b>знать</b>	<b>уметь</b>	<b>владеть</b>
		ными методами исследования природы кристаллических и аморфных веществ в твердом и жидком состояниях и изменения их свойств при различных внешних воздействиях	чин, характеризующих спектральные свойства кристаллов	ствовать методы эксперимента и теоретического исследования кристаллов	раметров, характеризующих спектральные свойства кристаллов
3.	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	классификацию кристаллических соединений и их особенности их спектральных свойства	выбирать, осваивать и совершенствовать методы эксперимента и теоретического исследования кристаллов	методами компьютерного моделирования спектральных свойств кристаллов

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы		Всего часов	Курсы (часы)	
			3	
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		<b>44</b>	<b>44</b>	
Занятия лекционного типа		8	8	
Лабораторные занятия		18	18	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		18	18	
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>32</b>	<b>32</b>	
Самостоятельное изучение разделов		22	22	
Самоподготовка		10	10	
<b>Контроль:</b>		<b>32</b>	<b>32</b>	
Подготовка к экзамену		32	32	
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	
	<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые на 3 курсе

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СР
1	2	3	4	5	6	7
1.	Необходимые сведения из теории излучения	7	1	2	-	4
2.	Принцип действия квантовых генераторов	11	1	2	4	4
3.	Различные типы лазеров	9	1	2	4	2
4.	Голография и нелинейная оптика	8	1	3	-	4
5.	Нелинейная оптика	17	1	3	5	8
6.	Применение лазеров в промышленности	14	1	2	5	6
7.	Измерительные лазерные системы	5	1	2	-	2
8.	Применение лазеров науке и технике	5	1	2	-	2
	<i>Итого по дисциплине:</i>		8	18	18	32

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

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Необходимые сведения из теории излучения	Распределение атомов по стационарным состояниям при тепловом равновесии. Спонтанное излучение и поглощение света. Индуцированные переходы в атомах. Коэффициенты Эйнштейна.	Коллоквиум
2	Принцип действия квантовых генераторов	Усиление света при прохождении через вещество. Молекулярный генератор электромагнитного излучения (мазер). Квантовые системы с тремя энергетическими уровнями. Принцип действия и условия самовозбуждения ОКГ. Резонаторы. Гауссовы пучки света. Свойства излучения оптического квантового генератора. Степень монохроматичности. Общая классификация оптических квантовых генераторов.	Коллоквиум
3	Различные типы лазеров	Схема и характерные данные. Управление излучением рубинового лазера. Газовый лазер. Полупроводниковый лазер. Электроны проводимости и дырки. Состояние с отрицательной температурой в полупроводниках. Полупроводниковый лазер. Лазер с ядерной накачкой. Лазеры на красителях. Другие типы лазеров.	Коллоквиум
4	Голография и нелинейная оптика	Основные физические принципы голографической записи и считывания информации. Различные голографические схемы. Запись голограмм на толстослойные эмульсии по методу Денисюка. Возможность создания голографической памяти для ЭВМ.	Коллоквиум
5	Нелинейная оптика	Зависимость свойств среды от интенсивности падающего излучения. Отклик нелинейной среды на внешнее воздействие. Изменение прозрачности среды под действием света. Самофокусировка лазерного излучения. Многофотонный фотоэффект.	Коллоквиум

6	Применение лазеров в промышленности	Сварочные установки Лазерные технологии в микроэлектронике. Лазерная закалка.	Коллоквиум
7	Измерительные лазерные системы	Доплеровский анемометр. Лазерные измерители. Интерферометры. Лазерные дальнометры	Коллоквиум
8	Применение лазеров в науке и технике	Применение лазеров в исследовании окружающей среды. Лазерный управляемый термоядерный синтез. Применение лазеров в оптической связи. Волоконная оптика. Лазеры в вычислительной технике. Термомагнитная запись и считывание информации. Лазеры в военном деле. Нелинейная оптика в лазерной технике. Лазеры в медицине. Лазерный скальпель	Коллоквиум

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Необходимые сведения из теории излучения	Распределение атомов по стационарным состояниям при тепловом равновесии. Спонтанное излучение и поглощение света. Индуцированные переходы в атомах. Коэффициенты Эйнштейна.	Решение задач
2.	Принцип действия квантовых генераторов	Усиление света при прохождении через вещество. Молекулярный генератор электромагнитного излучения (мазер). Квантовые системы с тремя энергетическими уровнями. Принцип действия и условия самовозбуждения ОКГ. Резонаторы. Гауссовы пучки света. Свойства излучения оптического квантового генератора. Степень монохроматичности. Общая классификация оптических квантовых генераторов.	Решение задач
3.	Различные типы лазеров	Схема и характерные данные. Управление излучением рубинового лазера. Газовый лазер. Полупроводниковый лазер. Электроны проводимости и дырки. Состояние с отрицательной температурой в полупроводниках. Полупроводниковый	Решение задач
		лазер. Лазер с ядерной накачкой. Лазеры на красителях. Другие типы лазеров.	

4.	Голография и нелинейная оптика	Основные физические принципы голографической записи и считывания информации. Различные голографические схемы. Запись голограмм на толстослойные эмульсии по методу Денисюка. Возможность создания голографической памяти для ЭВМ.	Решение задач
5.	Нелинейная оптика	Зависимость свойств среды от интенсивности падающего излучения. Отклик нелинейной среды на внешнее воздействие. Изменение прозрачности среды под действием света. Самофокусировка лазерного излучения. Многофотонный фотоэффект.	Решение задач
6.	Применение лазеров в промышленности	Сварочные установки Лазерные технологии в микроэлектронике. Лазерная закалка.	Решение задач
7.	Измерительные лазерные системы	Доплеровский анемометр. Лазерные измерители. Интерферометры. Лазерные дальномеры	Решение задач
8.	Применение лазеров в науке и технике	Применение лазеров в исследовании окружающей среды. Лазерный управляемый термоядерный синтез. Применение лазеров в оптической связи. Волоконная оптика. Лазеры в вычислительной технике. Термомагнитная запись и считывание информации. Лазеры в военном деле. Нелинейная оптика в лазерной технике. Лазеры в медицине. Лазерный скальпель	Решение задач

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Принцип действия квантовых генераторов	Защита ЛР
2.	Различные типы лазеров	Защита ЛР
3.	Нелинейная оптика	Защита ЛР
4.	Измерительные лазерные системы	Защита ЛР

### 2.3.4 Примерная тематика рефератов Не предусмотрено учебным планом.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3



1	Самостоятельное изучение разделов	Методические указания по организации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы, утвержденные кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий, протокол № 9 от «14» марта 2017г.
2	Самоподготовка	

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 курса «Лазеры. Теория и практика» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии; □  
исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

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

Интерактивные технологии, используемые при изучении дисциплины

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
1	<i>Л</i>	Проблемное обучение	4
	<i>ПР</i>	Не предусмотрены	
	<i>ЛР</i>	Исследовательские методы в обучении, проблемное обучение	10
<i>Итого:</i>			14

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. Вопросы для подготовки к коллоквиуму:

1. Распределение атомов по стационарным состояниям при тепловом равновесии.
2. Спонтанные и вынужденные переходы.
3. Квантовые системы с тремя энергетическими уровнями. Принцип действия и условия самовозбуждения ОКГ.
4. Резонаторы: классификация, характеристики, методы расчета.

5. Свойства излучения оптического квантового генератора. Когерентность, длина и время когерентности.
6. Классификация лазеров по виду активных сред.
7. Основные характеристики твердотельных лазеров на электронных и электронноколебательных переходах.
8. Классификация и характеристики газовых лазеров.
9. Лазеры на парах металлов: их характеристики и применение.
10. Лазеры на красителях.
11. Методы управления лазерным излучением.
12. Методы создания сверхкоротких лазерных импульсов.
13. Описание работы трехуровневого лазера с помощью кинетических уравнений.
14. Описание работы четырехуровневого лазера с помощью кинетических уравнений.

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

##### **Перечень вопросов, выносимых на экзамен**

1. Распределение атомов по стационарным состояниям при тепловом равновесии. Спонтанное излучение и поглощение света.
2. Индуцированные переходы в атомах. Коэффициенты Эйнштейна.
3. Усиление света при прохождении через вещество. Молекулярный генератор электромагнитного излучения (мазер).
4. Квантовые системы с тремя энергетическими уровнями. Принцип действия и условия самовозбуждения ОКГ. Резонаторы.
5. Свойства излучения оптического квантового генератора. Степень монохроматичности.
6. Общая классификация оптических квантовых генераторов.
7. Схема и характерные данные твердотельного лазера. Управление излучением рубинового лазера.
8. Газовый лазер. Состояние с отрицательной температурой в полупроводниках. Полупроводниковый лазер.
9. Лазер с ядерной накачкой. Лазеры на красителях. Другие типы лазеров.
10. Основные физические принципы голографической записи и считывания информации.
11. Различные голографические схемы. Запись голограмм на толстослойные эмульсии по методу Денисюка.
12. Зависимость свойств среды от интенсивности падающего излучения. Отклик нелинейной среды на внешнее воздействие.
13. Изменение прозрачности среды под действием света.
14. Самофокусировка лазерного излучения. Многофотонный фотоэффект.
15. Применение лазеров в промышленности. Сварочные установки Лазерные технологии в микроэлектронике. Лазерная закалка.
16. Доплеровский анемометр. Лазерные измерители. Интерферометры. Лазерные дальнометры.
17. Применение лазеров в исследовании окружающей среды.
18. Лазерный управляемый термоядерный синтез.
19. Применение лазеров в оптической связи. Волоконная оптика.
20. Лазеры в вычислительной технике. Термомагнитная запись и считывание информации.
21. Лазеры в военном деле.
22. Нелинейная оптика в лазерной технике.
23. Лазеры в медицине.

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.

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. Лазеры: применения и приложения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.С. Борейшо [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 520 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/87570>.

2. Борейшо, А.С. Лазеры: устройство и действие [Электронный ресурс] : учеб.

пособие / А.С. Борейшо, С.В. Ивакин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93585>.

3. Иванов, И.Г. Основы квантовой электроники : учебное пособие / И.Г. Иванов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», Физический факультет. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2011. - 174 с. - библиогр. с: С. 168-169. - ISBN 978-5-9275-0873-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241055>.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Шандаров, С.М. Введение в нелинейную оптику : учебное пособие / С.М. Шандаров ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР), Кафедра электронных приборов. - Томск : ТУСУР, 2012. - 41 с. :

ил.,табл., схем. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480458>.

2. Тумаев, Е.Н. Процессы переноса энергии электронного возбуждения в конденсированных средах [Текст] : монография / Е. Н. Тумаев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2013. - 226 с. : ил. - Библиогр.: с. 207-223.

3. Квантовые и оптические процессы в твердых телах: теория и практика: учебное пособие / Н.Н. Безрядин, А.В. Линник, Ю.В. Сыдоров и др. - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2015. - 153 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=336036>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Университетская библиотека ONLINE».

### 5.3. Периодические издания:

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

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

№ п/п	Ссылка	Пояснение
1.	<a href="http://www.book.ru">http://www.book.ru</a>	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.	<a href="http://www.ibooks.ru">http://www.ibooks.ru</a>	Айбукс.ру – электронная библиотечная система учебной и научной литературы. В электронную коллекцию включены современные учебники и пособия ведущих издательств России.
3.	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>	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.	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	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 так же работы своих соавторов и соперников.
5.	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>	Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.
6.	<a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a>	«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 аспиранта 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 аспирант может разрешить на консультациях, проводимых по расписанию. При подготовке к практическим занятиям аспирант в обязательном порядке изучает теоретический материал.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

### **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 "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 и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа; оснащенность: комплект учебной мебели; доска учебная магнитно-маркерная; комплект плакатов «Теория групп», «Физические свойства кристаллов»; компьютерное оснащение ПЭВМ – 4 шт. 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №320С
2.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа «Лаборатория структурного анализа»; оснащение: лазерная система на базе Nd:YAG лазера и параметрического генератора света для спектральной области 680-2500 нм, в том числе: Импульсный Nd:YAG лазер модели LO29-100; Параметрический генератор света модели LP 604; Генератор 2-ой гармоники модели LP 101; Стенд оптический. 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №123С
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