

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

Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе и  
инновациям, профессор

М.Г. Барышев

подпись

« 24 »

марта

2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ОД.2 КРИСТАЛЛОГРАФИЯ И КРИСТАЛЛОФИЗИКА

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 2019

**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 «21» *мая* 2019 года, протокол № 9

Зав. кафедрой



В.А. Исаев

Одобрено на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета «21» *мая* 2019 года, протокол № 11

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.**

Цель курса - краткое изложение основ кристаллографии и кристаллофизики - раскрытие кристаллической сущности минералов и искусственных кристаллов вытекающих из этого особенностей физических свойств, условий образования, создания синтетических материалов с нужными физическими свойствами; обучение аспирантов практическим навыкам работы с кристаллами, овладение приемами грамотного описания внешней формы и внутреннего (атомного) строения кристаллов, необходимых для правильной интерпретации результатов самостоятельной научной работы и понимания специальной литературы; знакомство с методами исследования кристаллического вещества.

### **1.2 Задачи дисциплины.**

Задачи дисциплины:

- получение систематизированного представления о связи физических свойств кристаллов с их внутренним строением;
- освоение математического описания анизотропных свойств и особенностей их измерения;
- знание закономерностей изменения свойств кристаллов под влиянием внешних воздействий;
- овладение навыками кристаллофизических расчетов.

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

Дисциплина «Кристаллография и кристаллофизика» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления 03.06.01 – Физика и астрономия направленности «Физика конденсированного состояния».

Изучение дисциплины базируется на знаниях аспирантов, полученных ранее при изучении дисциплин, входящих в цикл общей и теоретической физики: Б1.Б.07.04 «Оптика», Б1.Б.08.04 «Термодинамика, статистическая физика» учебного плана 03.03.02 Физика; Б1.В.02 «Теория конденсированного состояния», Б1.В.ДВ.05.01 «Кристаллофизика» учебного плана 03.04.02 Физика конденсированного состояния вещества.

### **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 научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных | основные законы, идеи и принципы строения и свойств кристаллических и аморфных тел, их становление и развитие в исторической последовательности, их | измерять параметры, определяющие структурные свойства кристаллических материалов | методами компьютерного моделирования структуры кристаллов |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                                                                                                                 | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                             |                                                                                                                       |                                                                                            |
|--------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                                                                                                                                       | знать                                                                                                                   | уметь                                                                                                                 | владеть                                                                                    |
|        |                    | технологий                                                                                                                                                                                                            | математическое описание, их экспериментальное исследование и практическое использование                                 |                                                                                                                       |                                                                                            |
| 2.     | ПК-1               | готовностью осваивать и совершенствовать методы выращивания кристаллов и исследования кристаллов, синтеза твердых и жидких растворов                                                                                  | терминологию и определения физических величин, характеризующих структурные и физические свойства кристаллов и растворов | выбирать, осваивать и совершенствовать методы экспериментального и теоретического исследования кристаллов и растворов | компьютерными методами расчета параметров, характеризующих свойства кристаллов и растворов |
| 3.     | УК-2               | способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки | классификацию кристаллических соединений и особенности их оптических свойств                                            | выбирать, осваивать и совершенствовать методы экспериментального и теоретического исследования кристаллов и растворов | методами компьютерного моделирования структурных и характерных свойств кристаллов          |

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Вид учебной работы                                         | Всего часов | Курсы (часы) |
|------------------------------------------------------------|-------------|--------------|
|                                                            |             | 1            |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                         | <b>36</b>   | <b>36</b>    |
| Занятия лекционного типа                                   | 8           | 8            |
| Лабораторные занятия                                       | 18          | 18           |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) | 10          | 10           |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                | <b>36</b>   | <b>36</b>    |
| Самостоятельное изучение разделов                          | 20          | 20           |
| Самоподготовка                                             | 16          | 16           |

|                           |                 |           |           |
|---------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| <b>Контроль:</b>          |                 | -         | -         |
| Подготовка к экзамену     |                 | -         | -         |
| <b>Общая трудоемкость</b> | <b>час.</b>     | <b>72</b> | <b>72</b> |
|                           | <b>зач. ед.</b> | <b>2</b>  | <b>2</b>  |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые на 1 курсе

| №  | Наименование разделов                                     | Количество часов |                   |    |    |                      |
|----|-----------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|    |                                                           | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|    |                                                           |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                      |
| 1  | 2                                                         | 3                | 4                 | 5  | 6  | 7                    |
| 1. | Введение в учение о фазовых равновесиях и рост кристаллов | 8                | 2                 | 2  | -  | 4                    |
| 2. | Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах            | 11               | 4                 | 1  | -  | 6                    |
| 3. | Рост кристаллов и синтез стекол и ситаллов                | 16               | 4                 | 2  | 2  | 8                    |
| 4. | Элементы современной кристаллохимии                       | 12               | 2                 | 2  | 2  | 6                    |
| 5. | Программный комплекс TOPOS                                | 16               | 4                 | 2  | 2  | 8                    |
| 6. | Кристаллофизика и современная кристаллохимия              | 9                | 2                 | 1  | 2  | 4                    |
|    | <i>Итого по дисциплине:</i>                               |                  | 18                | 10 | 8  | 36                   |

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

## 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 учение о фазовых равновесиях и рост кристаллов | Фазовые равновесия. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Основные методы роста кристаллов и синтеза стекол.                                                         | Коллоквиум              |
| 2. | Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах            | Диаграммы состояния систем без превращений в твердой фазе.<br>Диаграммы состояния систем с кристаллизацией образующихся соединений.<br>Диаграммы состояния систем с твердыми растворами. | Коллоквиум              |
| 3. | Рост кристаллов и синтез стекол и ситаллов                | Технологические методы получения кристаллов. Технологические методы получения стекол и ситаллов.                                                                                         | Коллоквиум              |
| 4. | Элементы современной кристаллохимии                       | Решетки, как шаровые упаковки. Модель пересекающихся сфер. Координационное число. Атомный и ионный радиус. Методы стереоатомного анализа.                                                | Коллоквиум              |
| 5. | Программный комплекс TOPOS                                | Работа с базами данных.<br>Программа IsoCryst.<br>Программа Dirichlet<br>Программа AutoCN                                                                                                | Коллоквиум              |

|    |                                              |                                                                                                          |            |
|----|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|    |                                              | Программа IsoTest                                                                                        |            |
| 6. | Кристаллофизика и современная кристаллохимия | Основные понятия кристаллофизики. Связь кристаллохимических, структурных и физических свойств кристаллов | Коллоквиум |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

| №  | Наименование раздела                                      | Тематика практических занятий (семинаров)                                                                                                                                                                                                                      | Форма текущего контроля |
|----|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1  | 2                                                         | 3                                                                                                                                                                                                                                                              | 4                       |
| 1. | Введение в учение о фазовых равновесиях и рост кристаллов | Фазовые равновесия. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Основные методы роста кристаллов и синтеза стекол.                                                                                                                               | Решение задач           |
| 2. | Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах            | Теоретическое построение всех типов диаграмм состояния на основе метода термодинамического потенциала Гиббса                                                                                                                                                   | Решение задач           |
| 3. | Рост кристаллов и синтез стекол и ситаллов                | Методы роста кристаллов. Метод Чохральского и его модификации. Подготовка к росту кристаллов. Рост кристаллов. Обработка кристаллов. Определение оптического качества кристаллов                                                                               | Решение задач           |
| 4. | Элементы современной кристаллохимии                       | Элементы кристаллохимии. Решетки, как шаровые упаковки. Структуры элементов и соединений. Координационное число. Атомный и ионный радиус. Пустоты в плотнейших упаковках. Понятие о структурном типе. Методы определения структуры и ориентации монокристаллов | Решение задач           |
| 5. | Программный комплекс ТОPOS                                | Работа с базами данных Программа IsoCryst.<br>Программа Dirichlet<br>Программа AutoCN<br>Программа IsoTest                                                                                                                                                     | Решение задач           |
| 6. | Кристаллофизика и современная кристаллохимия              | Основные понятия кристаллофизики. Связь кристаллохимических, структурных и физических свойств кристаллов на примере титогаллатов и твердых растворов на их основе, силикатов редких земель, кристаллов со структурой шеелита                                   | Решение задач           |

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

| №  | Наименование лабораторных работ                | Форма текущего контроля        |
|----|------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1  | 3                                              | 4                              |
| 1. | Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах | Защита лабораторной работы № 1 |
| 2. | Рост кристаллов и синтез стекол и ситаллов     | Защита лабораторной работы № 2 |
| 3. | Элементы современной кристаллохимии            | Защита лабораторной работы № 3 |

|    |                                              |                                |
|----|----------------------------------------------|--------------------------------|
| 4. | Программный комплекс TOPOS                   | Защита лабораторной работы № 4 |
| 5. | Кристаллофизика и современная кристаллохимия | Защита лабораторной работы № 5 |

### 2.3.4 Примерная тематика рефератов

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 | 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 «Кристаллография и кристаллофизика» используются современные образовательные технологии:

- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

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

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: проблемное обучение.

Интерактивные технологии, используемые при изучении дисциплины

| Курс | Вид занятия (Л, ПР, ЛР) | Используемые интерактивные образовательные технологии | Количество часов |
|------|-------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | Л                       | Проблемное обучение                                   | 4                |
|      | ПР                      | Не предусмотрены                                      |                  |

|        |    |                     |    |
|--------|----|---------------------|----|
|        | ЛР | Проблемное обучение | 10 |
| Итого: |    |                     | 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.**

##### **Перечень вопросов для коллоквиума по дисциплине «Кристаллография и кристаллофизика»:**

1. Какие тела называются кристаллическими?
2. Что является предметом и объектом кристаллофизики?
3. Что является предметом и объектом кристаллохимии?
4. Что является предметом и объектом кристаллографии?
5. Как кристаллохимия и кристаллофизика связаны с другими науками о веществе?
6. Каковы основные задачи кристаллофизики и кристаллохимии?
7. В чём суть понятий «однородность», «анизотропия», «симметрия»?
8. Что является аппаратом кристаллофизики и кристаллохимии?
9. Каковы наиболее распространённые методы экспериментального исследования кристаллической структуры?
10. Что такое «симметрия»?
11. Что называется операцией симметрии?
12. Какие элементы симметрии существуют?
13. В чём различие элементов симметрии I и II рода?
14. Какие оси в кристаллографии являются запрещёнными?
15. Что необходимо для образования группы симметрии?
16. Что такое «зеркальная плоскость» симметрии?
17. Что такое «центр инверсии»?
18. Что такое «трансляция»?
19. Какова суть основного закона симметрии кристаллов?
20. В чём особенность зеркальных осей симметрии?
21. Чем характеризуются инверсионные оси симметрии?
22. Какой вид симметрии существенен при описании макроскопических свойств кристаллов?
23. В чём суть условия однородности кристаллической среды?
24. В каких твёрдых телах проявляется анизотропия?
25. Что такое ортогональное преобразование?
26. Как получить преобразование Эйлера?
27. Какими свойствами обладает тензор  $n$ -го порядка?
28. Что такое единичное направление?
29. Что такое полярное направление?
30. Как образуются предельные группы Кюри?
31. Какова симметрия однородного электрического поля?
32. Какова симметрия одноосного механического сжатия?
33. Какова симметрия гидростатического давления?
34. Какова симметрия магнитного поля?
35. Где применяется принцип симметрии Кюри

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

##### **Перечень вопросов, выносимых на зачет**

1. Решетки, как шаровые упаковки. Структуры элементов и соединений.
2. Координационное число. Атомный и ионный радиус.
3. Пустоты в плотнейших упаковках. Понятие о структурном типе.
4. Методы определения структуры и ориентации монокристаллов.
5. Технологические методы получения упорядоченных сред.
6. Метод Чохральского.
7. Метод Бриджмена-Стокбаргера.
8. Методы Киропулуса и Вернеля.
9. Методы роста кристаллов из газовой фазы
10. Аморфное и стеклообразное состояние. Технологические методы получения неупорядоченных систем.
11. Предмет и задачи кристаллохимии. Основы термодинамики. Термодинамические потенциалы.
12. Условия фазовых равновесий, условия стеклообразования.
13. Диаграммы состояния систем без превращений в твердой фазе.
14. Термодинамический вывод диаграмм состояния с простой эвтектикой, с полиморфными превращениями, с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися соединениями. Построение диаграмм состояния по экспериментальным точкам, треугольник Таммана.
15. Диаграммы состояния систем с твердыми растворами. Вывод пяти типов диаграмм состояния по Розебому.
16. Типы химической связи.
17. Зависимость физико-химических свойств твердых веществ от их строения.
18. Условия устойчивости структурных типов ионных и ковалентных кристаллов.
19. Расчет рентгеновской и ретикулярной плотностей кристаллических структур.
20. Расчет параметров кристаллических структур по их кристаллохимическим данным.
21. Описание кристаллических структур при помощи теории плотнейших шаровых упаковок.
22. Матричное и тензорное описание свойств кристаллов.
23. Скалярные и векторные свойства.
25. Тензорные свойства кристаллов.
26. Интерпретация наблюдений – понятие модели, класс модели, выбор модели. Методы сопоставления модели с экспериментальными данными, критерии сопоставления.
27. Методы усреднения экспериментальных данных. Проблемы точности, верхняя и нижняя границы ошибок эксперимента
28. Учет априорных данных и информационных оценок при выборе коэффициента регуляризации и определении нижней границы возможной ошибки.
29. Методы современной кристаллохимии и стереоатомный анализ.
30. Метод пересекающихся сфер.
31. Определение оптической однородности материалов.
32. Определение лучевой стойкости оптических материалов.
33. Определение коэффициента усиления лазерного излучения.
34. Определение генерационных характеристик лазерных материалов.

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. Морозов, А.И. Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов. - Долгопрудный : Интеллект, 2015. – 213 с.

2. Егоров-Тисменко, Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Геология" / Ю.К. Егоров-Тисменко ; [под ред. В.С. Урусова] ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Геол. фак. - 3-е изд. - Москва : Книжный дом "Университет", 2014. - 587 с.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Петров, Ю.В. Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю. В. Петров -Долгопрудный: Интеллект, 2013. – 213 с.

2. Бойко, С.В. Кристаллография и минералогия. Основные понятия : учебное пособие / С.В. Бойко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. - 212 с. : табл., ил. - Библиогр.: с. 190-194. - ISBN 978-5-7638-3223-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=43566>.

3. Четверикова, А.Г. Кристаллография : учебное пособие / А.Г. Четверикова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2012. - 104 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 85-87. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260745>.

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 также 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 |
| Программный комплекс «ТОПОС»                                   | Свободно распространяется.                                          |

### **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   | Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа; оснащение: комплект учебной мебели; доска учебная магнитно-маркерная; компьютерное оснащение ПЭВМ<br>350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №223С                                                                                                     |
| 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:<br>Импульсный Nd:YAG лазер модели LO29-100;<br>Параметрический генератор света модели LP 604; |

|    |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                            | <p>Генератор 2-ой гармоники модели LP 101;<br/>Стенд оптический.<br/>350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №123С</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа «Лаборатория роста оптических сред»; оснащение: комплект учебной мебели; доска учебная магнитно-маркерная; компьютерное оснащение ПЭВМ; ростовая установка для выращивания монокристаллов и твёрдых растворов по методу Чохральского с автоматизированным комплексным оборудованием; лазер на парах меди; монохроматор с регистрационным оборудованием и цифровым интерфейсом<br/>350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 131С</p> |
| 3. | Групповые (индивидуальные) консультации    | <p>Аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций; оснащённость: комплект учебной мебели с учебными ПЭВМ; 1 ПЭВМ администратора (преподавательский); доска учебная магнитно-маркерная<br/>350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 212С, 207С</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | <p>Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации; оснащённость: комплект учебной мебели, доска учебная магнитно-маркерная<br/>350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №223С</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 5. | Самостоятельная работа                     | <p>Помещение для самостоятельной работы; оснащённость: комплект учебной мебели, компьютерное оснащение ПЭВМ с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета<br/>350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 208С</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |