

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
качеству образования – первый
проректор

подпись

Хагуров Т.А.

« 4 » мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.04 Математические методы исследований в физике вещества

Направление подготовки/специальность 03.04.02 Физика

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

Форма обучения очная

Квалификация магистр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины Б1.В.04 Математические методы исследований в физике вещества составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 03.04.02 Физика

Программу составил(и):

А.В. Скачедуб, доцент кафедры теор. физики и комп. технологий,
кандидат физ.-мат. наук

подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.04 Математические методы исследований в физике вещества утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий протокол № 8 «16» апреля 2021 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

Исаев В.А.

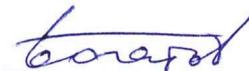


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 13 «16» апреля 2021 г.

Председатель УМК факультета

Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Г.Ф. Копытов, заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий КубГУ,
доктор физико-математических наук, профессор

Л.Р. Григорян, генеральный директор ООО ПНФ «Мезон»
кандидат физико-математических наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Учебная дисциплина «Математические методы исследования в физике вещества» ставит своей целью освоение численных методов расчета и методов математического моделирования физических процессов, приобретение практических навыков решения задач физики конденсированного состояния вещества и смежных разделов физики (квантовая электроника, спектроскопия и т. п.) с использованием ЭВМ.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачами дисциплины «Математические методы исследования в физике вещества» являются:

- изучить основные способы исследования состава и структуры веществ;
- изучить физические процессы и закономерности, лежащие в основе различных приемов исследования состава и структуры веществ;
- изучить методы исследования состава и структуры веществ;
- ознакомление с основными принципами создания экспериментальных установок, сопряженных с устройствами обработки информации.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Математические методы исследования в физике вещества» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления 03.04.02 Физика направленности «Физика конденсированного состояния вещества» и ориентирована при подготовке магистрантов на освоение численных методов расчета и методов математического моделирования физических процессов. Данная дисциплина находится в тесной взаимосвязи с другими частями ООП. Для успешного овладения материалом курса необходимы знания курсов «Математический анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Теория вероятностей и математическая статистика» и «Программирование».

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональной и профессиональной компетенций (ОПК-5, ПК-1)

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части) | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны | | |
|--------|--------------------|---|--|---|--|
| | | | знать | уметь | владеть |
| 1. | ОПК-5 | способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направлен- | методы численного решения прикладных задач физики конденсированного состояния вещества | использовать пакеты прикладных программ, как общего характера, так и специализированных, для решения задач численных расчетов и математического моделирова- | основными приемами математической обработки экспериментальных данных |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части) | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны | | |
|--------|--------------------|---|--|---|--|
| | | | знать | уметь | владеть |
| | | ности (профиля) подготовки | | ния | |
| 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 | физические процессы и закономерности, лежащие в основе приемов исследования структуры вещества | ставить конкретные задачи и решать их с помощью современных прикладных программ | способностью решать задачи математических методов исследования вещества с помощью информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта |

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач.ед. (252 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры (часы) | | | |
|--|--------------------------------------|-----------------|-------------|-------------|--|
| | | 1 | 2 | | |
| Контактная работа, в том числе: | 64,5 | 28,2 | 36,3 | | |
| Аудиторные занятия (всего): | 64 | 28 | 36 | | |
| Занятия лекционного типа | 26 | 14 | 12 | | |
| Лабораторные занятия | 38 | 14 | 24 | | |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) | - | - | - | | |
| Иная контактная работа: | 0,5 | 0,2 | 0,3 | | |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | - | - | - | | |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | 0,5 | 0,2 | 0,3 | | |
| Самостоятельная работа, в том числе: | 151,8 | 79,8 | 72 | | |
| Проработка учебного (теоретического) материала | 132,8 | 70,8 | 62 | | |
| Подготовка к текущему контролю | 19 | 9 | 10 | | |
| Контроль: | 35,7 | - | 35,7 | | |
| Подготовка к экзамену | 35,7 | - | 35,7 | | |
| Общая трудоемкость | час. | 252 | 108 | 144 | |
| | в том числе контактная работа | 64,5 | 28,2 | 36,3 | |
| | зач. ед. | 7 | 3 | 4 | |

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. | 12 | 2 | - | - | 10 |
| 2. | Дифференциальные уравнения | 12 | 2 | - | - | 10 |
| 3. | Разностные методы | 12 | 2 | - | - | 10 |
| 4. | Колебательные состояния | 15 | 2 | - | 3 | 10 |
| 5. | Использование теории групп | 15 | 2 | - | 3 | 10 |
| 6. | Моделирование молекул и кристаллов | 21 | 2 | - | 4 | 15 |
| 7. | Прикладные программы общего характера | 20,8 | 2 | - | 4 | 14,8 |
| | <i>Итого по дисциплине:</i> | | 14 | - | 14 | 79,8 |

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

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре (очная форма)

| № | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|-----|--|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудиторная работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8. | Специализированные пакеты прикладных программ | 20 | 2 | - | 4 | 14 |
| 9. | Дифференциальные уравнения в частных производных | 21 | 2 | - | 5 | 14 |
| 10. | Статистические гипотезы | 21 | 2 | - | 5 | 14 |
| 11. | Обработка результатов эксперимента | 23 | 3 | - | 5 | 15 |
| 12. | Учет априорных данных | 23 | 3 | - | 5 | 15 |
| | <i>Итого по дисциплине:</i> | | 12 | - | 24 | 72 |

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 | Основные понятия вычислительной физики | Вопросы для дискуссии |
| 2. | Дифференциальные уравнения | Основные сведения о численном интегрировании обыкновенных дифференциальных уравнений в физике с начальными условиями | Вопросы для дискуссии |
| 3. | Разностные методы | Разностные методы решения краевых задач физики, описываемых обыкновенными дифферен- | Вопросы для дискуссии |

| | | циальными уравнениями | |
|-----|--|---|-----------------------|
| 4. | Колебательные состояния | Математические методы исследования колебаний молекул и кристаллов | Вопросы для дискуссии |
| 5. | Использование теории групп | Использование теоретико-групповых методов в численных расчетах | Вопросы для дискуссии |
| 6. | Моделирование молекул и кристаллов | Изучение компьютерных программ для моделирования молекул и кристаллов | Вопросы для дискуссии |
| 7. | Прикладные программы общего характера | Изучение пакетов прикладных программ общего характера | Вопросы для дискуссии |
| 8. | Специализированные пакеты прикладных программ | Изучение специализированных пакетов прикладных программ | Вопросы для дискуссии |
| 9. | Дифференциальные уравнения в частных производных | Основные сведения о методах численного интегрирования дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих процессы конвекции и тепломассопереноса | Вопросы для дискуссии |
| 10. | Статистические гипотезы | Принятие статистических гипотез при обработке экспериментальных данных | Вопросы для дискуссии |
| 11. | Обработка результатов эксперимента | Методы обработки экспериментальных данных | Вопросы для дискуссии |
| 12. | Учет априорных данных | Учет априорных данных при обработке результатов эксперимента | Вопросы для дискуссии |

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа по данному курсу не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

| № | Наименование лабораторных работ | Форма текущего контроля |
|----|--|------------------------------|
| 1 | 3 | 4 |
| 1. | Моделирование колебаний кристаллической решетки | Отчет по лабораторной работе |
| 2. | Изучение компьютерных программ для моделирования молекул и кристаллов | Отчет по лабораторной работе |
| 3. | Изучение пакетов прикладных программ общего характера | Отчет по лабораторной работе |
| 4. | Изучение специализированных пакетов прикладных программ | Отчет по лабораторной работе |
| 5. | Принятие статистических гипотез при обработке экспериментальных данных | Отчет по лабораторной работе |

| | | |
|----|---|------------------------------|
| 6. | Методы обработки экспериментальных данных | Отчет по лабораторной работе |
|----|---|------------------------------|

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

Курсовые работы - не предусмотрены.

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 | Проработка учебного (теоретического) материала | Методические указания по организации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы, утвержденные кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий, протокол № 9 от «14» марта 2017г. |
| 2 | Подготовка к текущему контролю | |

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.

В процессе преподавания дисциплины для реализации компетентного подхода предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, применяются образовательные технологии лекционно-экзаменационной системы обучения. Дисциплина предполагает использование такой интерактивной образовательной технологии, как «Дискуссия».

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.

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

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.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля по учебной дисциплине «Математические методы исследований в физике вещества» включает:

- перечень дискуссионных тем по учебной дисциплине;
- вопросы для подготовки к зачету.

Перечень дискуссионных тем:

1. Конечные разности. Разностные методы.
2. Методы численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений.
3. Численное решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
4. Моделирование колебаний молекул.
5. Метод Монте-Карло, его применение.
6. Метод молекулярной динамики.
7. Применение теории групп для классификации типов колебаний молекул.
8. Применение теории групп для нахождения правил отбора.
9. Компьютерные программы для моделирования молекул и кристаллов.
10. Принятие статистических гипотез при обработке экспериментальных данных.
11. Методы обработки экспериментальных данных.

Вопросы для подготовки к зачету.

1. Введение в курс "Математические методы исследований в физике вещества". Основные понятия вычислительной физики.
2. Разностные методы решения краевых задач физики, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями.

3. Основные сведения о численном интегрировании обыкновенных дифференциальных уравнений в физике с начальными условиями.
4. Математические методы исследования колебаний молекул и кристаллов.
5. Использование теоретико-групповых методов в численных расчетах.
6. Изучение компьютерных программ для моделирования молекул и кристаллов.
7. Изучение специализированных пакетов прикладных программ.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Перечень вопросов, выносимых на экзамен.

1. Этапы численного решения физических задач на ЭВМ.
2. Дискретное представление непрерывных функций. Понятие о разностных производных
3. Общая постановка, примеры и алгоритмы численного решения задачи Коши.
4. Точность и устойчивость разностного метода. Анализ условий устойчивости.
5. Метод Эйлера, улучшенный метод Эйлера, метод Эйлера-Коши, метод Эйлера с итерациями,
6. Метод Рунге-Кутты. Количественная оценка погрешности численного решения по способу Рунге
7. Методы трехточечной прогонки для решения линейных обыкновенных дифференциальных уравнений 2-го порядка.
8. Решение нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений 2-го порядка с использованием итераций.
9. Основные принципы математического моделирования. Моделирование колебаний молекул.
10. Дифференциальные уравнения колебаний. Вековое уравнение.
11. Методы Монте-Карло, молекулярной и броуновской динамики.
12. Применение теории групп для качественного моделирования. Симметрия колебаний. Классификация молекул и кристаллов по типам симметрии.
13. Теоретико-групповой анализ расщепления уровней энергии примесных ионов.
14. Компьютерные программы для моделирования молекул и кристаллов.
15. Пакеты прикладных программ: основы работы с пакетами.
16. Пакет программ для моделирования процессов теплопереноса.
17. Пакеты программы Mathcad и их применение.
18. Модельные уравнения гидродинамики, диффузии и теплопроводности и краевые задачи для них.
19. Разностные схемы численного решения одномерных нестационарных уравнений теплопроводности и диффузии.
20. Численные методы решения уравнений Лапласа и Пуассона. Способы численного решения волнового уравнения.
21. Интерпретация наблюдений – понятие модели, класс модели, выбор модели.
22. Выбор класса модели на основе метода проверки статистических гипотез и при информационном подходе.
23. Первичная обработка экспериментальных данных. Ошибки, возникающие при первичной обработке экспериментальных данных, и их причины.
24. Методы усреднения экспериментальных данных. Проблемы точности, верхняя и нижняя границы ошибок эксперимента.
25. Учет априорных данных и информационных оценок при выборе коэффициента регуляризации и определении нижней границы возможной ошибки.
26. Квазиреальные эксперименты – методы, цели, решаемые задачи.

Образец экзаменационного билета

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Кафедра теоретической физики и компьютерных технологий
Направление подготовки 03.04.02 Физика
(«Физика конденсированного состояния вещества»)
2019–2020 уч. год

Дисциплина «Математические методы исследований в физике вещества»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Этапы численного решения физических задач на ЭВМ.
2. Квазиреальные эксперименты – методы, цели, решаемые задачи.

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

В.А. Исаев

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

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

5.1 Основная литература:

1. Фомин Д.В. Экспериментальные методы физики твердого тела / Д.В. Фомин. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2014. - 186 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259074>.

2. Полянин А.Д. Методы решения нелинейных уравнений математической физики и механики / А.Д. Полянин, В.Ф. Зайцев, А.И. Журов. — Москва: Физматлит, 2009. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59377>.

5.2 Дополнительная литература:

1. Каныгина О.Н. Физические методы исследования веществ / О.Н. Каныгина, А.Г. Четверикова, В.Л. Бердинский. - Оренбург: ОГУ, 2014. - 141 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330539>.

2. Кудряшов С.Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики» / С.Н. Кудряшов, Т.Н. Радченко. - Ростов-н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2011. - 308 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241103>.

3. Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad / И.Е. Плещинская, А.Н. Титов, Е.Р. Бадертдинова, С.И. Дуев. - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 195 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428781>.

4. Шандриков А.С. Информационные технологии / А.С. Шандриков. - Минск : РИПО, 2015. - 444 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463339>.

5. Губина Т.Н. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Компьютерное моделирование» / Т.Н. Губина, И.Н. Тарова. - Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2004. - 155 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272142>.

5.3. Периодические издания:

1. Квантовая электроника.
2. Физика твердого тела.
3. Журнал экспериментальной и теоретической физики.
4. Журнал физической химии.

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

1. Сайт научной библиотеки сибирского федерального университета <http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/94>

2. Сайт, содержащий справочные данные различных кристаллов: <http://refractiveindex.info>.

3. Официальный сайт ФГБУН «ФИАН»: <http://www.lebedev.ru>.

4. Официальный сайт ФГБУН «ИОФ РАН»: <http://www.gpi.ru>.

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

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал.

Сопровождение самостоятельной работы студентов организовано в следующих формах:

- оформление отчетов по лабораторным работам и подготовка к устной их защите;
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний, получаемых посредством изучения рекомендуемой литературы;

– консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

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

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

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

8.1 Перечень информационных технологий.

Не предусмотрено.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

| Программный продукт | Договор/лицензия |
|--|---|
| Операционная система MS Windows 8, 10 | №73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510 от 06.11.2018 |
| Интегрированное офисное приложение MS Office Professional Plus | №73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510 от 06.11.2018 |
| Математический пакет «Mathcad» | №127-АЭФ/2014 от 29.07.2014 |

8.3 Перечень информационных справочных систем:

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

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

| № | Вид работ | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащённость |
|----|---|--|
| 1. | Лекционные занятия | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и лабораторного типа; оснащённость: 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 | |
| 3. | Групповые (индивидуальные) консультации | Аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций; оснащённость: комплект учебной мебели с учебными ПЭВМ т; 1 ПЭВМ администратора (преподавательский); доска учебная магнитно-маркерная 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 212С, 207С |
| 4. | Текущий контроль, | Аудитория для текущего контроля и промежуточной |

| | | |
|----|--------------------------|--|
| | промежуточная аттестация | 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 |