

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Гаюровский
ДЕПАРТАМЕНТ
ОБРАЗОВАНИЯ
(ДО КФУ)



01 » июня 2021 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Физические методы исследования конденсированных сред

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Вагизов Ф.Г. (Кафедра физики твердого тела, Отделение физики), vagizovf@gmail.com ; профессор, д.н. (профессор) Камалова Д.И. (Кафедра оптики и нанофотоники, Отделение физики), Dina.Kamalova@krfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|------------------|--|
| ПК-1 | способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

физические основы методов исследования конденсированных сред, принципы действия и конкретные схемы экспериментальных установок, возможности и особенности применения данных методов.

Должен уметь:

выбрать из существующих физических методов исследования метод, подходящий с точки зрения особенностей изучаемого объекта и решаемой задачи;

Должен владеть:

практическими навыками применения физических методов исследования конденсированных сред, а также методами обработки и интерпретации результатов измерений.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применить в своей практической деятельности полученные знания об основах и принципах физических методов исследования конденсированных сред, схемах экспериментальных установок, особенностях данных методов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.08.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.02 "Физика (Физика квантовых систем и квантовые технологии)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 7, 8 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

Контактная работа - 172 часа(ов), в том числе лекции - 66 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 106 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 62 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 7 семестре; экзамен в 8 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N | Разделы дисциплины / модуля | Се- местр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | | | | Само- стоя- тель- ная ра- бота |
|-----|--|--------------|---|--------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---|
| | | | Лекции, всего | Лекции в эл. форме | Практи- ческие занятия, всего | Практи- ческие в эл. форме | Лабора- торные работы, всего | Лабора- торные в эл. форме | |
| N | Разделы дисциплины / модуля | Се- местр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | | | | Само- стоя- тель- ная ра- бота |
| | | | Лекции, всего | Лекции в эл. форме | Практи- ческие занятия, всего | Практи- ческие в эл. форме | Лабора- торные работы, всего | Лабора- торные в эл. форме | |
| 1. | Тема 1. Введение. Межмолекулярные взаимодействия в конденсированных средах. | 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2. | Тема 2. ИК-Фурье-спектроскопия конденсированных сред. | 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 14 |
| 3. | Тема 3. Проявление межмолекулярных взаимодействий в молекулярных спектрах конденсированных сред. | 7 | 6 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 14 |
| 4. | Тема 4. Спектроскопия молекулярного рассеяния света. | 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| 5. | Тема 5. Электронная абсорбционная спектроскопия конденсированных сред. | 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 14 |
| 6. | Тема 6. Флуоресценция и фосфоресценция конденсированных систем. | 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 12 |
| 7. | Тема 7. Некоторые методы лазерной спектроскопии и сканирующей зондовой микроскопии. | 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| 8. | Тема 8. Мессбауэровская спектроскопия | 8 | 4 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 4 |
| 9. | Тема 9. Мессбауэровская спектроскопия конверсионных электронов | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 4 |
| 10. | Тема 10. Техника и методика ЯГР-эксперимента. | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 |
| 11. | Тема 11. Дифракционные методы исследования структуры | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 12. | Тема 12. Основные положения кристаллографии | 8 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 13. | Тема 13. Рентгеноструктурный анализ | 8 | 4 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 2 |
| 14. | Тема 14. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ (РСФА) | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 2 |
| | Итого | | 50 | 0 | 0 | 0 | 88 | 0 | 96 |

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Межмолекулярные взаимодействия в конденсированных средах.

Конденсированное состояние вещества. Классификация межмолекулярных взаимодействий. Специфические и неспецифические (универсальные) межмолекулярные взаимодействия. Модели описания взаимодействий между молекулами. Потенциалы для описания энергии межмолекулярных взаимодействий в конденсированных средах.

Тема 2. ИК-Фурье-спектроскопия конденсированных сред.

Теоретические основы колебательной спектроскопии. Характеристичность частот колебаний многоатомных молекул. Применения колебательной спектроскопии. Фурье-спектроскопия конденсированных сред. Приборы и экспериментальная техника. Пробоподготовка образцов в различных агрегатных состояниях. Молекулярный анализ по инфракрасным спектрам поглощения. Спектроскопия НПВО. ИК-спектроскопия полимеров.

Тема 3. Проявление межмолекулярных взаимодействий в молекулярных спектрах конденсированных сред.

Проявления ван-дер-ваальсовских взаимодействий в молекулярных спектрах (сдвиг частот, изменение интенсивностей, индуцированные переходы, уширение полос). Механизмы уширения спектральных полос поглощения в конденсированных средах. Типы водородной связи. Спектроскопия водородной связи. Определение энергии водородной связи.

Тема 4. Спектроскопия молекулярного рассеяния света.

Виды рассеяния света. Основы методов комбинационного и рэлеевского рассеяния света. Техника спектроскопии комбинационного рассеяния. Методы нелинейной спектроскопии КР. Резонансное КР. Вынужденное КР. Когерентное антистоксово КР. Гиперкомбинационное рассеяние. Гигантское комбинационное рассеяние света.

Тема 5. Электронная абсорбционная спектроскопия конденсированных сред.

Классификация электронных переходов. Типичные хромофоры. Применение электронных спектров поглощения. Структурно-спектральные корреляции. Аналитические применения. Аппаратура абсорбционной спектроскопии. Законы фотометрии. Спектрофотометрический количественный анализ двухкомпонентных жидких смесей.

Тема 6. Флуоресценция и фосфоресценция конденсированных систем.

Классификация различных видов люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Спектральные закономерности молекулярной люминесценции. Длительность люминесценции. Кинетика люминесценции. Немонохроматические источники возбуждения люминесценции. Светофильтры и монохроматоры. Приемники излучения. Регистрация спектров.

Тема 7. Некоторые методы лазерной спектроскопии и сканирующей зондовой микроскопии.

Многофотонная спектроскопия. Внутривибрационная спектроскопия. Оптическая эхо-спектроскопия. Лазерная поляризационная спектроскопия. Нелинейная лазерная спектроскопия без доплеровского уширения. Лазерная интерференционная спектроскопия насыщения. Виды и применения сканирующей зондовой микроскопии.

Тема 8. Мессбауэровская спектроскопия

Мессбауэровская спектроскопия. Общие положения. Эффект Мессбауэра. Физические основы метода. Мессбауэровский спектр. Основные параметры спектров гамма-резонансного поглощения/рассеяния: изомерный химический сдвиг, параметр квадрупольного взаимодействия, магнитное сверхтонкое поле на ядре. Применение мессбауэровской спектроскопии для исследования конденсированных сред.

Тема 9. Мессбауэровская спектроскопия конверсионных электронов

Мессбауэровская спектроскопия конверсионных электронов (МСКЭ). Взаимодействие электронов с веществом. Электроны конверсии и фотоэлектроны. Селективная по глубине мессбауэровская спектроскопия конверсионных электронов: весовые функции. Мессбауэровская спектроскопия конверсионных электронов с использованием газоразрядных пропорциональных детекторов.

Тема 10. Техника и методика ЯГР-эксперимента.

Методика эксперимента. Прохождение γ -лучей через поглотитель. Динамический эксперимент. Расчет параметров спектров поглощения. Схемы уровней некоторых мессбауэровских ядер. Аппаратура. Система движения мессбауэровского спектрометра. Спектрометры с постоянной скоростью. Спектрометры с переменной скоростью. Криогенная техника. Температурные измерения. Приготовление и характеристики источников. Методы

детектирования. Релятивистские эксперименты. Магнитные измерения. Исследования при высоких давлениях. Мессбауэровская спектроскопия задержанных совпадений. Временные измерения.

Тема 11. Дифракционные методы исследования структуры

Дифракционные методы исследования структуры твердых тел. Основные понятия. Дифракция рентгеновского излучения. Нейтронография. Электронная дифракция. Характеристики рентгеновского, электронного и нейтронного излучения. Особенности дифракционных методов в рентгенографии, электронографии и нейтронографии.

Тема 12. Основные положения кристаллографии

Основные положения кристаллографии. Симметрия кристаллов. Макроскопические свойства кристаллов. Закон постоянства углов и закон рациональных параметров. Элементы теории пространственной решетки. Индексы Миллера. Обратная решетка. Операции и элементы симметрии кристаллов. Элементы симметрии I и 2 рода. Матричные преобразования симметрии. Кристаллографические категории, сингонии и системы координат. Классы симметрии. Формула симметрии. Международные символы. Символы Шенфлиса. Решетки Бравэ. Условия выбора ячеек Бравэ. Дифракция микрочастиц как отражение от кристаллографических плоскостей. Формула Вульфа-Брэгга.

Тема 13. Рентгеноструктурный анализ

Рентгеноструктурный анализ. Основы теории дифракции рентгеновского излучения. Амплитуда рассеяния. Функция электронной плотности. Интеграл Фурье. Структурная амплитуда. Атомный фактор рассеяния. Правила погасания. Факторы, влияющие на интенсивность вторичного излучения: фактор Лоренца, поляризационный фактор, геометрический фактор, температурный фактор, фактор повторяемости, фактор поглощения. Интерференционное уравнение Лауэ. Его графическая интерпретация, сфера Эвальда. Условие Вульфа-Брэгга. Основные положения кинематической теории рассеяния рентгеновского излучения. Техника рентгеноструктурного анализ, экспериментальные методы, основные блоки, получаемая информация, ее анализ.

Тема 14. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ (РСФА)

Введение в рентгеноспектральный флуоресцентный анализ. Источники рентгеновского излучения в РСФА. Классификация рентгеновских переходов. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Классическая теория поглощения рентгеновских лучей. Основные узлы спектрометров рентгеноспектрального флуоресцентного анализа. Интенсивность линий флуоресценции. Количественный анализ в РСФА.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Каталог библиотеки КФУ - <http://kpfu.ru/library/katalogi>

Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа. - <http://www.studmedlib.ru>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://znanium.com>

Электронно-библиотечная система Издательства Лань - <http://lanbook.com>

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

| Вид работ | Методические рекомендации |
|------------------------|--|
| лекции | При написании конспекта лекций необходимо кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения, выделять ключевые слова, термины. Новые термины и понятия сопоставить с формулировками в энциклопедиях, словарях, справочниках с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации. |
| лабораторные работы | Цель проведения лабораторных работ: закрепление материала лекций и чтения литературы; получение практических навыков работы на установках; освоение методик анализа экспериментальных данных и вычислений по ним характеристик исследуемого объекта. К лабораторным занятиям допускаются студенты, продемонстрировавшие необходимый уровень теоретических знаний и успешно ответившие на дополнительные контрольные вопросы преподавателя. Обязательным условием допуска студентов к лабораторной работе является ознакомление с правилами нахождения и работы в лабораториях, а также ознакомление и соблюдение 'Правил техники безопасности'. Для подготовки к проведению занятий студентам рекомендуется предварительно изучить описания приборов и установок. При проведении работ рекомендуется пользоваться описаниями лабораторных работ, имеющимися в печатном и в электронном виде. Все занятия, связанные с лабораторными работами, проводятся под непосредственным руководством преподавателя или сотрудника учебно-вспомогательного персонала кафедры. |
| самостоятельная работа | Вопросы для самостоятельной работы студентов, указанные в рабочей программе дисциплины, предлагаются преподавателями в начале изучения дисциплины. Студенты имеют право выбирать дополнительно интересующие их темы для самостоятельной работы. Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются: - уровень освоения студентом учебного материала; - умение студента использовать теоретические знания при решении задач; - обоснованность и четкость изложения ответа; - оформление материала в соответствии с требованиями. |

| Вид работ | Методические рекомендации |
|-----------|---|
| экзамен | При подготовке к экзамену необходимо опираться на лекционный материал, изучать основную и дополнительную литературу по дисциплине. В каждом экзаменационном билете содержатся два вопроса. По каждому вопросу должен быть подготовлен развернутый, исчерпывающий ответ. При неполном ответе могут быть заданы дополнительные наводящие вопросы. |

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки "Физика квантовых систем и квантовые технологии".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Основная литература:

1. Салех, Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения: Учебное пособие: В 2 томах Том 1 / Б. Салех, М. Тейх, пер. с англ. В.Л. Дербов - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 760 с. ISBN 978-5-91559-038-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/408129> (дата обращения: 27.07.2020). - Режим доступа: по подписке.
2. Салех, Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения: Учебное пособие: В 2 томах Том 2 / Б. Салех, М. Тейх, пер. с англ. В.Л. Дербов - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 784 с. ISBN 978-5-91559-135-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/408131> (дата обращения: 27.07.2020). - Режим доступа: по подписке.
3. Гржегоржевский, К. В. Основы молекулярной спектроскопии: спектры оптического поглощения и люминесценции, применение в изучении полиоксометаллатных нанокластеров: Учебное пособие / Гржегоржевский К.В., Остроушко А.А., - 2-е изд., стер. - Москва: Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 210 с. ISBN 978-5-9765-3083-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/947274> (дата обращения: 27.07.2020). - Режим доступа: по подписке.
4. Пергамент, М. И. Методы исследований в экспериментальной физике: Учебное пособие / М.И. Пергамент. - Долгопрудный: Интеллект, 2010. - 304 с. ISBN 978-5-91559-026-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/241181> (дата обращения: 27.07.2020). - Режим доступа: по подписке.
5. Капитонов, И. М. Введение в физику ядра и частиц: учебник / И. М. Капитонов. - 4-е изд. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 512 с. - ISBN 978-5-9221-1250-5. - Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2189> (дата обращения: 27.07.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Савельев, И. В. Курс общей физики: учебное пособие: в 5 томах / И. В. Савельев. - 5-е изд. - Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. - Том 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц - 2011. - 384 с. - ISBN 978-5-8114-1211-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/708> (дата обращения: 27.07.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Каплан, И. Г. Межмолекулярные взаимодействия. Физическая интерпретация, компьютерные расчеты и модельные потенциалы : учебное пособие / И. Г. Каплан ; под редакцией Н. Ф. Степанова ; перевод с английского Д. С. Безрукова, И. Г. Рябинкина. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 397 с. - ISBN 978-5-00101-503-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94111> (дата обращения: 27.07.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Методы исследования полимерных систем: Учебное пособие / Вшивков С.А., Сафронов А.П., Русинова Е.В., - 2-е изд., стер. - Москва : Флинта, 2017. - 332 с.: ISBN 978-5-9765-3070-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/959405> (дата обращения: 28.07.2020). - Режим доступа: по подписке.
3. Луков, В. В. Физические методы исследования в химии: Учебное пособие / Луков В.В., Щербаков И.Н. - Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2016. - 216 с.: ISBN 978-5-9275-2023-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/991794> (дата обращения: 27.07.2020). - Режим доступа: по подписке.
4. Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. - 7-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 261 с. - ISBN 978-5-00101-492-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94103> (дата обращения: 27.07.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.08.02 Физические методы исследования конденсированных сред

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.