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. Таюрский Д.А.
"___"_____20___ г.

Программа дисциплины

Гамма резонансная спектроскопия Б1.В.ДВ.10

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика
Профиль подготовки: не предусмотрено
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2016
Автор(ы): Вагизов Ф.Г.
Рецензент(ы): Дулов Е.Н.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Воронина Е. В.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 20__г.
Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 20__г.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Содержание

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

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

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

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

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

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

7.1. Основная литература

7.2. Дополнительная литература

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 к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Вагизов Ф.Г. (Кафедра физики твердого тела, Отделение физики), vagizovf@gmail.com

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
ПК-2	способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта
ПК-4	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- основы общепринятой модели электронного строения атома;
- природу электронно-ядерных взаимодействий ;
- методы теоретического анализа электронно-ядерных взаимодействий и основные методы экспериментального изучения сверхтонких взаимодействий; разделы 1-6 (лекции)

Должен уметь:

проводить численную оценку энергии сверхтонких взаимодействий;

- сопоставлять возможности, преимущества тех или иных экспериментальных методов изучения сверхтонких взаимодействий;
- использовать экспериментальные данные по сверхтонким взаимодействовать при анализе физических процессов в электронной системе твердого тела.

разделы 1-6 (лекции)

Должен владеть:

владеть навыками

- работы с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой;
- проведения физического эксперимента.

Должен демонстрировать способность и готовность:

способность физической интерпретации параметров эксперимента, готовность теоретической оценки ожидаемых на эксперименте параметров, способность выбрать метод иследования для определения того или другого параметра свехтонкого взаимодействия.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.10 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.02 "Физика (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору. 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 64 часа(ов), в том числе лекции - 28 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 7 семестре; зачет 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Взаимодействие у-лучей с веществом	7	2	2	0	2
2.	Тема 2. Теория эффекта Мессбауэра	7	4	4	0	2
3.	Тема 3. Динамика кристаллической решетки и гамма-резонанс	7	2	2	0	2
4.	Тема 4. Электростатическое взаимодействие ядра	7	2	2	0	2
5.	Тема 5. Квадрупольное взаимодействие	7	4	4	0	4
6.	Тема 6. Магнитное сверхтонкое взаимодействие	7	4	4	0	6
7.	Тема 7. Мессбауэровская спектроскопия конверсионных электронов	8	4	6	0	8
8.	Тема 8. Резонансное рассеяние	8	2	6	0	6
9.	Тема 9. Техника и методика эксперимента	8	4	6	0	12
	Итого		28	36	0	44

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Взаимодействие у-лучей с веществом

Взаимодействие у-лучей с веществом. Форма линии испускания. Полная ширина уровня и конверсия. Линия поглощения. Потери энергии на отдачу и доплеровское уширение линии. Необходимые условия для наблюдения гамма резонанса. Характеристики ядерных переходов для мессбауэровских изотопов Fe-57, Sn-119m, Eu-151.

Тема 2. Теория эффекта Мессбауэра

История открытия эффект Мессбауэра. Основные положения теории эффекта Мессбауэра. Основные представления теории твердого тела. Фононы. Фактор Лэмба-Мессбауэра. Представление формы спектра поглощения через коррелятивные функции. Правило сумм. Квантовая природа эффекта Мессбауэра. Классическое описание эффекта Мессбауэра.

Тема 3. Динамика кристаллической решетки и гамма-резонанс

Динамика кристаллической решетки. Вероятность безотдачного процесса. Характер получаемой информации. Резонансные ядра в сложных решетках. Резонанс на ядрах примесных атомов. Неупругие процессы. Измерения фактора Дебая-Валлера для примесного атома. Поверхностные дефекты. Фазовые переходы. Температурные сдвиги линии. Гамма-резонанс в аморфных средах и жидкостях. Оптические аналоги.

Тема 4. Электростатическое взаимодействие ядра

Изомерные химические сдвиги у-линии. Сверхтонкая структура у-спектров. Изомерные химические сдвиги. Электростатическое взаимодействие ядра. Электронные плотности на ядрах свободных атомов. Электронные плотности на ядрах связанных атомов. Изомерные химические сдвиги для атомов с валентными 5s5p-электронами. Изомерные химические сдвиги в соединениях железа. Изомерные химические сдвиги для примесных атомов в металлических матрицах. Бинарные сплавы. Изомерные химические сдвиги для редкоземельных и более тяжелых атомов.

Тема 5. Квадрупольное взаимодействие

Квадрупольное взаимодействие. Собственные значения гамильтониана. Интенсивности переходов. Градиенты электрического поля. Экспериментальные исследования квадрупольного взаимодействия для атомов с валентными 5s5p-электронами. Квадрупольное расщепление в соединениях Fe57. Взаимодействие иона Fe2+ с кристаллическим полем. Квадрупольное расщепление в редких землях. Асимметрия линий квадрупольного расщепления. Изомерные сдвиги и квадрупольные расщепления в металлоорганических соединениях.

Тема 6. Магнитное сверхтонкое взаимодействие

Ядерный зееман-эффект. Магнитная структура у-спектра. Относительные интенсивности спектральных линий. Комбинированное действие электрического и магнитного полей. Эффективные магнитные поля на ядрах. Эффективное поле в металлическом железе. Эффективные поля на ядрах Fe57 в других ферромаг-нитных и немагнитных металлах и сплавах. При-месный ферромагнетизм. Магнитные поля на ядрах парамагнитных ионов с большим временем релаксации. Асимметрия ду-блетного расщепления. Эффективные поля на ядрах немагнитных атомов в ферромагнитных металлах и сплавах. Эффективные поля на ядрах атомов Fe в соединениях. Эффективные поля на ядрах немагнитных атомов в соединениях. Определение параметров сверхтонкого взаимодействия из экспериментатьных спектров.

Тема 7. Мессбауэровская спектроскопия конверсионных электронов

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

Тема 8. Резонансное рассеяние

Резонансное рассеяние. Особенности метода. Особенности регистрации резонансного у-излучения. Интерференция ядерного резонансного и релеевского рассеяния. Некоторые эффекты, ожидаемые при резонансном рассеянии. Измерение фактора Дебая ? Валлера. Угловое распределение резонансного рассеяния у-квантов.

Тема 9. Техника и методика эксперимента

Методика эксперимента. Прохождение у-лучей через поглотитель. Динамический эксперимент. Расчет параметров спектров поглощения. Схемы уровней некоторых мессбауэровских ядер. Аппаратура. Система движения мессбауэровского спектрометра. Спектрометры с пос-тоянной скоростью. Спектрометры с пере-менной скоростью. Криогенная техника. Температурные измерения. Приготовление и характеристики источ-ников. Методы детектирования. Релятивистские эксперименты. Магнитные измерения. Исследования при высоких давлениях. Временные измерения.

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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Вагизов Ф . Г . Садыков Э . К . Процессы бесфононного излучения и поглощения гамма фотонов ядрами в твердых телах (теория и практика мессбауэровской спектроскопии). 2011 - http://shelly.kpfu.ru/portal/docs/F22752037/02_vagizovfactorlm.pdf

Вагизов Ф.Г. Садыков Э.К. Гайнов Р.Р. Метод задержанных совпадений в гамма-резонансной спектроскопии (теория и практика мессбауэровской спектроскопии). 2011 - http://shelly.kpfu.ru/portal/docs/F1712278844/03_vagizov_concidence.pdf

Воронина Е. В. Мёссбауэровская спектроскопия: Учебно-методическое пособие для студентов Института физики / Е. В. Воронина, А.В. Пятаев // Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, - 2013. - 33 с: 18 илл. - http://kpfu.ru/docs/F1102497079/mossbauer_FINAL.pdf

Ивойлов Н.Г. Введение в мессбауэровскую спектроскопию конверсионных электронов: Учебно-методическое пособие для студентов Института физики / Н.Г. Ивойлов. Е.Н. Дулов. - Казань: Издательство Казанского федерального университета. 2012. -45с: 13илл. - http://kpfu.ru/docs/F2117844257/CEMS_release_LT7.pdf

Ивойлов Н.Г. Мессбауэровская спектроскопия. Конспект лекций для студентов физического факультета по специальности и направлению ?Физика? / Н.Г. Ивойлов. - Казань. - 2003. - 93 с. - http://kpfu.ru/docs/F655102264/01_ngrmetod.pdf

Пятаев А.В. Сверхтонкая структура мёссбауэровских спектров: Учебно-методическое пособие / А.В. Пятаев - Казань: Издательство Казан-ского федерального университета, 2013. - 35 с: 15 илл. - http://kpfu.ru/docs/F1925456686/Sverhtonkaya.struktura.pdf

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 7			
	Текущий контроль		
1	Устный опрос	ПК-4 , ПК-1 , ПК-2	1. Взаимодействие у-лучей с веществом
2	Устный опрос	ПК-4 , ПК-2 , ПК-1	2. Теория эффекта Мессбауэра
3	Устный опрос	ПК-1 , ПК-2 , ПК-4	3. Динамика кристаллической решетки и гамма-резонанс
4	Устный опрос	ПК-4 , ПК-2 , ПК-1	4. Электростатическое взаимодействие ядра
5	Устный опрос	ПК-2 , ПК-1 , ПК-4	5. Квадрупольное взаимодействие
6	Устный опрос	ПК-4 , ПК-2 , ПК-1	6. Магнитное сверхтонкое взаимодействие
7	Письменная работа	ПК-2 , ПК-4 , ПК-1	4. Электростатическое взаимодействие ядра 5. Квадрупольное взаимодействие 6. Магнитное сверхтонкое взаимодействие
Семестр 8			
	Текущий контроль		
1	Устный опрос	ПК-4 , ПК-2 , ПК-1	7. Мессбауэровская спектроскопия конверсионных электронов
2	Устный опрос	ПК-4 , ПК-1 , ПК-2	8. Резонансное рассеяние
3	Устный опрос	ПК-1 , ПК-2 , ПК-4	9. Техника и методика эксперимента
4	Письменная работа	ПК-4 , ПК-2 , ПК-1	7. Мессбауэровская спектроскопия конверсионных электронов 8. Резонансное рассеяние 9. Техника и методика эксперимента
	Зачет	ПК-1, ПК-2, ПК-4	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Форма контроля	**Критерии оценивания**				**Этап**
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Семестр 7					
Текущий контроль					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1 2 3 4 5 6
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	7
Семестр 8					
Текущий контроль					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1 2 3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	4
Семестр 7	**Зачтено**		**Не зачтено**		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Текущий контроль

1. Устный опрос

Тема 1

Изучить механизмы взаимодействия γ-лучей с веществом.

Какой линией описывается форма линии испускания возбужденных ядер?

Что такое полная ширина уровня и конверсионная ширина уровня?

Какими параметрами описывается линия гамма-резонансного поглощения?

Вывести формулы для расчета потери энергии на отдачу и доплеровское уширение линии.

2. Устный опрос

Тема 2

Изучить теорию эффекта Мёссбауэра.

Что такое фононы, какие модели фононного спектра вы знаете?

Дать описание представления формы спектра поглощения через коррелятивные функции.

Как используется правило сумм для расчета фактора Лэмба-Мёссбауэра.

В чем проявляется квантовая природа эффекта Мёссбауэра?

Дать классическое и квантовое описание эффекта Мёссбауэра.

3. Устный опрос

Тема 3

Изучить теорию динамики кристаллической решетки.

Как вычисляется вероятность безотдачного процесса?

Описать характер получаемой информации при мессбауэровских измерениях.

Изучить особенности гамма резонанса, когда резонансные ядра находятся в сложных кристаллических решетках.

Перечислить особенности гамма резонанса на ядрах примесных атомов.

Перечислить механизмы неупругих процессов.

Перечислить особенности измерения фактора Дебая-Валлера для примесного атома.

Как поверхностные дефекты выявляются в мессбауэровских спектрах?

К каким изменениям в спектрах приводят фазовые переходы в исследуемом материале.

Вывести формулу для температурного сдвига линии гамма-резонанса.

Перечислить особенности гамма-резонанса в аморфных средах и жидкостях.

4. Устный опрос

Тема 4

В чем физическая причина изомерного химического сдвига γ-линии?

Какими параметрами описывается сверхтонкая структура гамма-резонансных спектров?

Вывести формулу для определения изомерного химического сдвига за счет электростатического взаимодействия ядра.

Изучить особенности распределения электронной плотности на ядрах свободных и связанных атомов.

Охарактеризовать изомерные химические сдвиги для атомов с валентными 5s5p-электронами в редкоземельных и тяжелых элементах.

Каков диапазон изменения изомерного химического сдвига в соединениях железа различной валентности?

Перечислить основные закономерности изомерных химических сдвигов для примесных атомов в металлических матрицах и в бинарных сплавах.

5. Устный опрос

Тема 5

В чем физическая природа квадрупольного взаимодействия?
Вывести формулы для нахождения собственных значений гамильтониана квадрупольного взаимодействия для аксиальных полей.
Как определяются интенсивности гамма переходов?
Как определяется градиент электрического поля?
Привести примеры экспериментального исследования квадрупольного взаимодействия для атомов с валентными 5s5p-электронами.
В чем особенность квадрупольное расщепление в соединениях Fe57 и на мессбауэровских ядрах редкоземельных элементов?
Объяснить природу температурной зависимости квадрупольного расщепления иона Fe2+.
Объяснить асимметрию линий квадрупольного расщепления (эффект Гольданского-Карягина).

6. Устный опрос

Тема 6
Дать определение ядерного Зееман-эффекта.
Как формируется магнитная структура гамма-резонансного спектра?
Как определяются относительные интенсивности спектральных линий?
Перечислить особенности мессбауэровских спектров при комбинированном действии электрического и магнитного полей.
Изучить механизм формирования эффективного магнитного поля на ядрах.
Из каких вкладов состоит эффективное поле на ядрах Fe-57 в металлическом железе и в других ферромагнитных и немагнитных металлах и сплавах?
Что такое примесный ферромагнетизм?
Как определяются магнитные поля на ядрах парамагнитных ионов с большим временем релаксации?
Как определяются параметры сверхтонкого взаимодействия из экспериментальных спектров.

7. Письменная работа

Темы 4, 5, 6
Сверхтонкая структура мессбауэровских спектров.
Электростатическое взаимодействие ядра. Изомерный химический сдвиг.
Квадрупольное взаимодействие. Собственные значения гамильтониана. Интенсивности переходов. Градиенты электрического поля. Асимметрия линий квадрупольного расщепления.
Магнитное сверхтонкое взаимодействие. Магнитная структура гамма-резонансного спектра, относительные интенсивности спектральных линий. Природа сверхтонкого магнитного поля на ядре.
Определение параметров сверхтонкого взаимодействия из экспериментальных спектров.

Семестр 8

Текущий контроль

1. Устный опрос

Тема 7
Изучить физические основы мессбауэровской спектроскопии конверсионных электронов (МСКЭ).
Перечислить механизмы взаимодействия электронов с веществом.
Дать определение электронов конверсии и фотоэлектронов.
Перечислить особенности селективной по глубине МСКЭ (СГМСКЭ).
Объяснить роль весовых функций.
Какие преимущества дает СГМСКЭ с использованием газоразрядных пропорциональных детекторов?

2. Устный опрос

Тема 8
Резонансное рассеяние мессбауэровских фотонов.
Перечислить особенности метода резонансного рассеяния.
В чем специфика регистрации резонансного γ-излучения?
Объяснить природу интерференции ядерного резонансного и релеевского рассеяния.
Какие эффекты можно наблюдать при регистрации резонансного рассеяния.
Как можно измерить фактор Дебая-Валлера?
Как описывается угловое распределение резонансного рассеяния γ-квантов.

3. Устный опрос

Тема 9
Перечислить основные схемы/методики ЯГР эксперимента.
Какие взаимодействия происходят при прохождение γ-лучей через поглотитель?
Как проводить динамический эксперимент?
Привести алгоритм расчет параметров спектров поглощения.
Привести схемы уровней некоторых мессбауэровских ядер (Fe-57, Sn-119, Eu-151).
Какая аппаратура используется при проведении мессбауэровских измерений?

Изучить принцип работы системы движения мессбауэровского спектрометра: спектрометры с постоянной скоростью, спектрометры с переменной скоростью.
Какая криогенная техника используется для мессбауэровских измерений?
Как проводятся температурные измерения?
Изучить методы приготовления мессбауэровских источников.
Перечислить характеристики источников.
Какие методы детектирования используются в мессбауэровской спектроскопии?
Перечислить основные результаты релятивистских мессбауэровских экспериментов.
Как проводятся магнитные мессбауэровские измерения?
Перечислить особенности мессбауэровских исследований при высоких давлениях.
Перечислить особенности мессбауэровской спектроскопии задержанных совпадений.
Как проводятся временные измерения?

4. Письменная работа

Темы 7, 8, 9
Перечислить основные схемы/методики мессбауэровского эксперимента (поглощение и рассеяние гамма квантов, регистрация электронов конверсии).
Методика эксперимента мессбауэровской спектроскопии конверсионных электронов (МСКЭ).
Как проводится расчет параметров спектров поглощения.
Привести схемы уровней некоторых мессбауэровских ядер.
Перечислить функциональные узлы мессбауэровского спектрометра.

Зачет

Вопросы к зачету:
1. Взаимодействие гамма-лучей с веществом.
2. Форма линии испускания.
3. Полная ширина уровня и конверсия.
4. Линия поглощения.
5. Потери энергии на отдачу и доплеровское уширение линии.
6. Эффект Мессбауэра. Классическое описание эффекта Мессбауэра.
7. Квантовая природа эффекта Мессбауэра. Теория эффекта Мессбауэра.
8. Динамика кристаллической решетки. Вероятность безотдачного процесса.
9. Фактор Лэмба-Мессбауэра.
10. Резонансные ядра в сложных решетках.
11. Резонанс на ядрах примесных атомов.
12. Неупругие процессы.
13. Поверхностные дефекты.
14. Фазовые переходы.
15. Температурные сдвиги линии.
16. Гамма-резонанс в аморфных средах и жидкостях.
17. Изомерные химические сдвиги у-линии.
18. Электростатическое взаимодействие ядра.
19. Электронные плотности на ядрах свободных атомов.
20. Электронные плотности на ядрах связанных атомов.
21. Изомерные химические сдвиги для атомов с валентными 5s5p-электронами.
22. Изомерные химические сдвиги в соединениях железа.
23. Изомерные химические сдвиги для примесных атомов в металлических матрицах.
24. Изомерные химические сдвиги для редкоземельных и более тяжелых атомов.
25. Квадрупольное взаимодействие. Собственные значения гамильтониана. Интенсивности переходов.
26. Градиенты электрического поля.
27. Экспериментальные исследования квадрупольного взаимодействия для атомов с валентными 5s5p-электронами.
28. Квадрупольное расщепление в соединениях Fe57.
29. Взаимодействие иона Fe2+ с кристаллическим полем.
30. Квадрупольное расщепление в редких землях. Асимметрия линий квадрупольного расщепления. Изомерные сдвиги и квадрупольные расщепления в металлоорганических соединениях.
31. Примесный ферромагнетизм.
32. Магнитные поля на ядрах парамагнитных ионов с большим временем релаксации.
33. Асимметрия дублетного расщепления. Эффект Гольданского-Карягина.
34. Эффективные поля на ядрах немагнитных атомов в ферромагнитных металлах и сплавах. Эффективные поля на ядрах атомов Fe в соединениях.
35. Эффективные поля на ядрах немагнитных атомов в соединениях.
36. Определение параметров сверхтонкого взаимодействия из экспериментальных спектров.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

37. Мессбауэровская спектроскопия конверсионных электронов (МСКЭ).
38. Взаимодействие электронов с веществом.
39. Электроны конверсии и фотоэлектроны.
40. Селективная по глубине МСКЭ (СГМСКЭ): весовые функции.
41. СГМСКЭ с использованием газоразрядных пропорциональных детекторов.
42. Резонансное рассеяние. Особенности метода.
43. Особенности регистрации резонансного у-излучения.
44. Интерференция ядерного резонансного и релеевского рассеяния.
45. Некоторые эффекты, ожидаемые при резонансном рассеянии.
46. Измерение фактора Дебая-Валлера.
47. Угловое распределение резонансного рассеяния у-квантов.
48. Методика эксперимента. Прохождение у-лучей через поглотитель.
49. Динамический эксперимент.
50. Расчет параметров спектров поглощения.
51. Схемы уровней некоторых мессбауэровских ядер.
52. Аппаратура. Система движения мессбауэровского спектрометра.
53. Спектрометры с постоянной скоростью. Спектрометры с переменной скоростью.
54. Криогенная техника. Температурные измерения.
55. Приготовление и характеристики источников.
56. Методы детектирования.
57. Релятивистские эксперименты.
58. Магнитные измерения.
59. Исследования при высоких давлениях.
60. Временные измерения.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 7			
Текущий контроль			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1 2 3 4 5 6	3 4 3 3 4 3
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	7	8
Семестр 8			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Текущий контроль			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1 2 3	4 4 4
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	4	10
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

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

7.1 Основная литература:

1. Капитонов, И.М. Введение в физику ядра и частиц : учебник / И.М. Капитонов. - 4-е изд. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 512 с. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/2189

2. 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. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/708

3. Иродов, И.Е. Квантовая физика. Основные законы: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. - Москва: Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 261 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94103

7.2. Дополнительная литература:

1. Игнатович, В.К. Нейтронная оптика : учебное пособие / В.К. Игнатович. ? Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 336 с. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/59438

2. Фетисов, Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ : учебное пособие / Г.В. Фетисов. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 672 с. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. ? URL: https://e.lanbook.com/book/2152

3. Ивойлов Н.Г. Мессбауэровская спектроскопия. Конспект лекций для студентов физического факультета по специальности и направлению 'Физика' / Н.Г. Ивойлов. - Казань. - 2005. - 93 с. - URL: http://kpfu.ru/docs/F655102264/01_ngrmetod.pdf

4. Пятаев А.В. Сверхтонкая структура мёссбауэровских спектров: Учебно-методическое пособие / А.В. Пятаев - Казань: Издательство Казанского федерального университета, 2013. - 35 с., илл. - URL: http://kpfu.ru/docs/F1925456686/Sverhtonkaya.struktura.pdf

5. Ивойлов Н.Г. Введение в мессбауэровскую спектроскопию конверсионных электронов: Учебно-методическое пособие для студентов Института физики / Н.Г. Ивойлов. Е.Н. Дулов. - Казань: Издательство Казанского федерального университета. 2012. - 45 с: 13илл. - URL: http://kpfu.ru/docs/F2117844257/CEMS_release_LT7.pdf

6. Воронина Е. В. Мёссбауэровская спектроскопия: Учебно-методическое пособие для студентов Института физики / Е. В. Воронина, А.В. Пятаев // Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, - 2013. - 33 с., 18 илл. - URL: http://kpfu.ru/docs/F1102497079/mossbauer_FINAL.pdf

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

База данных по мессбауровской спектроскопии минералов ?WWW-Мессбауэр? - http://messbauer.iem.ac.ru/rus/index.php

Портал ?Mossbauer Effect? - http://www.mossbauer.info

Портал ?Mössbauer Information eXchange? - http://www.kfki.hu/~mixhp/bulletin.htm

Портал Science Engineering & Education Co., специализирующийся на мессбауэровском оборудовании - http://www.seeco.us

Сайт ВикипедиЯ Свободная энциклопедия - http://en.wikipedia.org/wiki/M%C3%B6ssbauer_spectroscopy

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Рекомендации к прослушиванию лекционного курса. Лекция - одна из основных форм учебной работы. В лекции рассматриваются самые главные, узловые вопросы каждой дисциплины. Поэтому при написании конспекта лекций, надо писать кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения. Помечать важные моменты, выделять ключевые слова, термины. Проверку терминов, понятий надо проводить с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины. Материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Запись излагаемого лектором материала способствует лучшему его усвоению, анализу, запоминанию. При записи лекций работают все виды памяти - зрительная, слуховая, моторная.
практические занятия	Рекомендации при подготовке к практическим занятиям. Подготовку к практическим занятиям надо начинать с изучения теоретического материала, изложенного на лекциях и практических занятиях. Выписать и осмыслить основные формулы, необходимые для решения задач. Разобраться с единицами измерения основных параметров. Во многих случаях поясняющие графики и рисунки помогают найти правильное решение задачи. После каждого аудиторного занятия, студент должен сначала решить самостоятельно (не глядя в рабочую тетрадь) те задачи, решения которых показал преподаватель во время занятия. При возникновении трудностей во время решения какой-нибудь задачи следует разобрать решение этой задачи в тетради. Затем следует решить задачу самостоятельно без тетради. Далее следует приступить к решению задач из домашнего задания. При возникновении трудностей рекомендуется попросить помощи у своих сокурсников. Во многих случаях бывает полезным совместный поиск решений. Также можно обратиться за помощью к преподавателю. Для этого можно лично подойти к преподавателю, либо написать ему электронное письмо, сформулировав в нём возникающие вопросы и/или прикрепив свой отсканированный или сфотографированный вариант решения для проверки. Пропустив какое-либо занятие, студенту следует скопировать решение разобранных на занятии задач из тетради какого-нибудь одногруппника; разобрать их решение, решить их самостоятельно, а также решить задачи домашнего задания.
самостоя-тельная работа	Рекомендации при самостоятельной работе по изучению некоторых разделов курса. Учебной программой дисциплины 'Гамма резонансная спектроскопия' предусмотрено 44 часа на изучение материала в виде самостоятельной работы студентов. Данный вид работы является обязательным для выполнения. Самостоятельная работа по данному курсу включает: самостоятельное изучение теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы и самотестирование. Организация самостоятельной работы производиться в соответствии с графиком учебного процесса и самостоятельной работы. Рекомендуемые темы для более глубокого самостоятельного изучения: - Теория эффекта Мёссбауэра; - Электростатическое взаимодействие ядра - Квадрупольное взаимодействие - Магнитное сверхтонкое взаимодействие
устный опрос	Рекомендации при подготовке к устному опросу. Подготовка к устному опросу предусматривает тщательное изучение лекционного материала. По конспекту лекции студент находит наиболее приемлемые ответы на вопросы, поставленные в опросе. В случае необходимости можно использовать информационные ресурсы, указанные преподавателем. Ответ должен быть сформулирован логично и раскрывать суть поставленного вопроса. Необходимо, чтобы студент, отвечая на частный вопрос, представлял, как связан ответ на данный вопрос с основной темой лекционного материала. Ответ будет более убедительным, если в его содержании используются примеры и численные оценки, излагаемых положений.

Вид работ	Методические рекомендации
письменная работа	Рекомендации при подготовке к письменной работе. Подготовка к письменной работе предусматривает также тщательное изучение лекционного материала. По конспекту лекции студент находит наиболее приемлемые ответы на вопросы, которые надо раскрыть на письменной работе. В случае необходимости можно использовать информационные ресурсы, указанные преподавателем. Ответ должен быть сформулирован логично и раскрывать суть поставленного вопроса. Необходимо, чтобы студент, формулируя ответ на частный вопрос, представлял, как он связан с основной темой лекционного материала. Ответ будет более убедительным, если в его содержании используются примеры и численные оценки, излагаемых положений. Для успешного выполнения письменной работы необходимо изучить материал по следующим темам: - Мессбауэровская спектроскопия - Техника и методика ЯГР-эксперимента. Мессбауэровская спектроскопия конверсионных электронов
зачет	Рекомендации при подготовке к зачету. При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на семинарах и практических занятиях в течение семестра. В каждом билете на зачёте содержится два вопроса, которые охватывают следующие темы: -Взаимодействие гамма-лучей с веществом - Теория эффекта Мессбауэра - Динамика кристаллической решетки и гамма-резонанс - Электростатическое взаимодействие ядра - Квадрупольное взаимодействие - Магнитное сверхтонкое взаимодействие - Мессбауэровская спектроскопия конверсионных электронов - Резонансное рассеяние - Техника и методика эксперимента ЯГР

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

Освоение дисциплины "Гамма резонансная спектроскопия" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе " БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС " БиблиоРоссика " представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и 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 "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.

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

Освоение дисциплины "Гамма резонансная спектроскопия" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

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 не предусмотрено .