

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.





_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Ядерно-физические методы исследования твёрдых тел БЗ.ДВ.8

Направление подготовки: 011200.62 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Садыков Э.К.

Рецензент(ы):

Ивойлов Н.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров Л. Р.

Протокол заседания кафедры No _____ от "_____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No _____ от "_____" _____ 201__ г

Регистрационный No 68618

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Садыков Э.К. Кафедра физики твердого тела Отделение физики, Edgar.Sadykov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины является: усвоение физических процессов, лежащих в основе формирования отклика системы на ядерные излучения, ознакомление с основными ядерно-физическими методами экспериментального исследования твердых тел, овладение навыками эксперимента с использованием электромагнитного излучения в диапазоне мягкого гамма излучения. Использование результатов эксперимента для анализа физических процессов в твердом теле в тех или иных условиях, использование результатов эксперимента для контроля технологии материалов с нужными свойствами.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.8 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.62 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Эта ДС - ключевая дисциплина специализации, она определяет компетенцию подготавливаемых бакалавров - экспериментаторов в области прикладной ядерной физики и ядерно-физических методов исследования вещества. Эта дисциплина закладывает также базу для завершения формирования специалистов в указанной области через магистратуру и специалитет.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;
ПК-4 (профессиональные компетенции)	- способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин;

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- суть резонансных и дифракционных механизмов взаимодействия ядерных излучений с твердым телом;
- физическую природу метода нейтронографии, возможности этого метода в изучении структуры и магнитной микроструктуры твердых тел;
- специфические возможности получения информации для различных ядерно физических методов исследования и их модификаций.(разд. 1-9)

2. должен уметь:

- на основе параметров, извлекаемых из экспериментов с ядерными излучениями, проводить оценку физических величин (полей) и получать сведения о динамике этих величин для исследуемого объекта;

- сравнивать, сопоставлять возможности экспериментов, проводимых на основе различных ядерных излучений. (разд. 1-9)

3. должен владеть:

- навыками работы с лабораторным оборудованием, использующим ядерные излучения;
- навыками научного анализа проблем (фундаментальных, прикладных) различного уровня сложности;
- элементарными методами подготовки образцов для измерений и оценки ошибок измерений. (разд. 1-9)

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- способность представлять физические основы методов исследования использующих ядерное излучение, рентгеновское излучение;
- теоретические знания в области ядерных излучений: видов ядерных излучений, основных характеристиках гамма излучения, рентгеновского излучения и об основных механизмах взаимодействия этих излучений с веществом;
- навыки решения простейших задач: а) по определению сверхтонких полей по мессбауэровским спектрам и по спектрам возмущенных угловых корреляций; .(разд. 1-9)

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Излучение и поглощение гамма квантов ядрами твердого тела.	8	1-2	4	4	0	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Сечение ядерных резонансных мессбауэровских процессов.	8	3-4	4	4	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Мессбауэровская спектроскопия в режиме когерентного возмущения ядер.	8	5-6	4	4	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Релаксационные мессбауэровские спектры.	8	7-8	4	4	0	Устный опрос
5.	Тема 5. Временные мессбауэровские эксперименты с внутренней и внешней меткой времени.	8	9-10	4	4	0	Коллоквиум
6.	Тема 6. Синхротронное излучение, параметры, свойства, применение.	8	11-12	4	4	0	Устный опрос
7.	Тема 7. Дифракция нейтронов, гамма излучения, синхротронного излучения на ядрах. Магнитное рассеяние нейтронов.	8	13-14	4	4	0	Устный опрос
8.	Тема 8. Частичная прозрачность среды как следствие квантовой интерференции.	8	15	2	2	0	Коллоквиум
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Экзамен
	Итого			30	30	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Излучение и поглощение гамма квантов ядрами твердого тела.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Излучение и поглощение гамма-квантов свободными ядрами , Энергия отдачи. Излучение и поглощение квантов ядрами твердого тела. Эффект Мессбауэра. Фактор Лэмба-Мессбауэра. Классическое и квантовое рассмотрение. Характеристики ядерных состояний (квантовые числа) и гамма фотона. Принципиальная схема мессбауэровских измерений (на поглощение).

практическое занятие (4 часа(ов)):

Приборы регистрации гамма фотонов.Резонансные детекторы гамма квантов: основные пути реализации. Практика использования.

Тема 2. Сечение ядерных резонансных мессбауэровских процессов.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Сечение ядерных резонансных процессов. Сверхтонкая структура мессбауэровских спектров. Правила отбора. Угловое распределение гамма излучения. Мессбауэровские эксперименты в условиях акустического воздействия на образец.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Бимодуляционные геометрии мессбауэровской оптики: настройка, юстировка, калибровка мессбауэровских экспериментов.

Тема 3. Мессбауэровская спектроскопия в режиме когерентного возмущения ядер.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Мессбауэровская спектроскопия в режиме когерентного возмущения ядер. Эффекты квантовой интерференции на мессбауэровских переходах. Радиочастотные эффекты. Мессбауэровское прохождение через поглотитель. Когерентное резонансное рассеяние (в том числе, вперед).

практическое занятие (4 часа(ов)):

Селективная по энергии двойная мессбауэровская спектроскопия. Схема экспериментальной установки.

Тема 4. Релаксационные мессбауэровские спектры.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Релаксационные мессбауэровские спектры. Стохастическая теория Андерсона-Блюма. Мессбауэровская спектроскопия рассеяния вперед, как модификация, позволяющая получить дополнительную информацию.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Исследование магнитной сверхтонкой структуры в геометрии селективной по энергии двойной мессбауэровской спектроскопии.

Тема 5. Временные мессбауэровские эксперименты с внутренней и внешней меткой времени.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Временные мессбауэровские эксперименты с внутренней и внешней меткой времени. Метод запаздывающих совпадений. Излучение ориентированных ядер. Принципы метода возмущенных угловых корреляций (ВУК).

практическое занятие (4 часа(ов)):

Возможности селективной по энергии двойной мессбауэровской спектроскопии для изучения релаксационных процессов в магнитной подсистеме твердых тел.

Тема 6. Синхротронное излучение, параметры, свойства, применение.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Синхротронное излучение, свойства и параметры. Использование синхротронного излучения в мессбауэровских экспериментах. Особенности спектров (временных) СИ, как источника информации о материалах.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Гамма-магнитный резонанс. Спектры пропускания в условиях гамма-магнитного резонанса.

Тема 7. Дифракция нейтронов, гамма излучения, синхротронного излучения на ядрах. Магнитное рассеяние нейтронов.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Физические основы нейтронографии. Магнитная нейтронография. Нейтронно-активационный анализ. Резонансная дифракция мессбауэровского излучения, синхротронного излучения на ядрах. Чисто ядерная дифракция мессбауэровского излучения.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Особенности математической обработки спектров в геометрии гамма магнитного резонанса.

Тема 8. Частичная прозрачность среды как следствие квантовой интерференции.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Частичная прозрачность среды, как следствие квантовой интерференции. Контролируемая квантовая интерференция, как механизм возникновения прозрачности. Оптические аналоги эффекта гамма прозрачности.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Особенности математической обработки спектров в геометрии селективной по энергии двойной мёссбауэровской спектроскопии.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Излучение и поглощение гамма квантов ядрами твердого тела.	8	1-2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Сечение ядерных резонансных мессбауэровских процессов.	8	3-4	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Мессбауэровская спектроскопия в режиме когерентного возмущения ядер.	8	5-6	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Релаксационные мессбауэровские спектры.	8	7-8	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
5.	Тема 5. Временные мессбауэровские эксперименты с внутренней и внешней меткой времени.	8	9-10	подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум
6.	Тема 6. Синхротронное излучение, параметры, свойства, применение.	8	11-12	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
7.	Тема 7. Дифракция нейтронов, гамма излучения, синхротронного излучения на ядрах. Магнитное рассеяние нейтронов.	8	13-14	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
8.	Тема 8. Частичная прозрачность среды как следствие квантовой интерференции.	8	15	подготовка к коллоквиуму	20	коллоквиум
	Итого				48	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Основными формами обучения являются лекции (обзор ядерно-физических методов исследования твердых тел, демонстрация результатов эксперимента), специальный практикум по мессбауэровской спектроскопии (получение навыков работы с детекторами гамма фотонов и электронов конверсии в режиме постоянного взаимодействия студент- преподаватель), самостоятельная работа студента по измерению мессбауэровских спектров (в условиях доступности консультаций с преподавателем).

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Излучение и поглощение гамма квантов ядрами твердого тела.

устный опрос , примерные вопросы:

Излучение и поглощение гамма-квантов свободными ядрами , их характеристики (квантовые числа). Энергия отдачи. Излучение и поглощение квантов ядрами твердого тела. Эффект Мессбауэра. Фактор Лэмба-Мессбауэра. Классическое и квантовое рассмотрение. Схема мессбауэровского эксперимента на резонансное поглощение. К развитию компетенций ОПК-3, ПК-4;

Тема 2. Сечение ядерных резонансных мессбауэровских процессов.

устный опрос , примерные вопросы:

Сечение ядерных резонансных процессов. Сверхтонкая структура мессбауэровских спектров. Правила отбора. Угловое распределение гамма излучения. Мессбауэровские эксперименты в условиях акустического воздействия на образец. Природа звуковых сателлитов. К развитию компетенций ОПК-3, ПК-4;

Тема 3. Мессбауэровская спектроскопия в режиме когерентного возмущения ядер.

устный опрос , примерные вопросы:

Мессбауэровская спектроскопия в режиме когерентного возмущения ядер. Эффекты квантовой интерференции на мессбауэровских переходах. Радиочастотные эффекты. Мессбауэровские эксперименты в режиме ядерного магнитного резонанса. Квазиэнергии ядерного спина. Мессбауэровская спектроскопия рассеяния вперед (РВ) во внешних полях. К развитию компетенций ОПК-3, ПК-4;

Тема 4. Релаксационные мессбауэровские спектры.

устный опрос , примерные вопросы:

Релаксационные мессбауэровские спектры. Стохастическая теория Андерсона-Блюма. Явление релаксационного коллапса сверхтонкой структуры в мессбауэровских спектрах. Мессбауэровская спектроскопия рассеяния вперед, как модификация, позволяющая получить дополнительную информацию. К развитию компетенций ОПК-3, ПК-4 ;

Тема 5. Временные мессбауэровские эксперименты с внутренней и внешней меткой времени.

коллоквиум , примерные вопросы:

Временные мессбауэровские эксперименты с внутренней и внешней меткой времени. Излучение ориентированных ядер. Принципы метода возмущенных угловых корреляций (ВУК). Дифференциальные и интегральные спектры ВУК. К развитию компетенций ОПК-3, ПК-4;

Тема 6. Синхротронное излучение, параметры, свойства, применение.

устный опрос , примерные вопросы:

Синхротронное излучение, свойства и параметры. Использование синхротронного излучения (СИ) в мессбауэровских экспериментах. Длительность , поляризация импульса СИ. Структура временных спектров СИ. Структура частотных и временных спектров рассеяния вперед мессбауэровского излучения. К развитию компетенций ОПК-3, ПК-4;

Тема 7. Дифракция нейтронов, гамма излучения, синхротронного излучения на ядрах. Магнитное рассеяние нейтронов.

устный опрос , примерные вопросы:

Дифракция резонансного (мессбауэровского) гамма излучения в кристаллах. Дифракция синхротронного излучения на ядрах. Чисто ядерная дифракция мессбауэровского излучения. Физические основы дифракции нейтронов. Метод магнитной нейтронографии. Метод нейтронно-активационного анализа и его приложения. К развитию компетенций ОПК-3, ПК-4;

Тема 8. Частичная прозрачность среды как следствие квантовой интерференции.

коллоквиум , примерные вопросы:

Частичная гамма-прозрачность среды, как следствие квантовой интерференции. Явление пересечения - антипересечения ядерных уровней. Возможный в этом случае механизм частичной прозрачности по отношению к мессбауэровскому излучению. Обзор материала дисциплины перед экзаменом (с включением всех вопросов к тестированию). К развитию компетенций ОПК-3, ПК-4;

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Излучение и поглощение свободными ядрами гамма-квантов, их характеристики (квантовые числа). . Излучение и поглощение квантов ядрами твердого тела. Фактор Лэмба-Мессбауэра. Классическое и квантовое рассмотрение.
2. Сечение ядерных резонансных процессов. Сверхтонкая структура мессбауэровских спектров. Правила отбора. Угловое распределение гамма излучения. Мессбауэровские эксперименты в условиях акустического воздействия на образец.
3. Мессбауэровская спектроскопия в режиме когерентного возмущения ядер. Эффекты квантовой интерференции на мессбауэровских переходах. Радиочастотные эффекты.
4. Релаксационные мессбауэровские спектры. Стохастическая теория Андерсона-Блюма. Мессбауэровская спектроскопия рассеяния вперед, как модификация, позволяющая получить дополнительную информацию.
5. Временные мессбауэровские эксперименты с внутренней и внешней меткой времени. Излучение ориентированных ядер. Принципы метода возмущенных угловых корреляций (ВУК).
6. Синхротронное излучение, свойства и параметры. Использование синхротронного излучения в мессбауэровских экспериментах.
7. Резонансная дифракция гамма излучения, синхротронного излучения на ядрах. Чисто ядерная дифракция синхротронного излучения. Физические основы нейтронографии.
8. Частичная гамма-прозрачность среды как следствие квантовой интерференции.
9. Мессбауэровская спектроскопия рассеяния вперед (РВ). Структура частотных и временных спектров РВ.
10. Дифракция резонансного (мессбауэровского) гамма излучения в кристаллах.
11. Дифракция нейтронов. Метод магнитной нейтронографии.
- 12 Метод нейтронно-активационного анализа и его приложения.

ВОПРОСЫ К ТЕСТИРОВАНИЮ

1. Механизм возникновения синхротронного излучения. Аналогичные процессы?
2. Суть метода временной мессбауэровской спектроскопии? Внутренняя и внешняя метки времени?
3. Смысл эффекта Мессбауэра?
4. Безотдачные (мессбауэровские) переходы. Означает ли это нарушение закона сохранения импульса?
5. Явление угловых корреляций каскадных излучений?

6. Чисто ядерная дифракция мессбауэровского излучения в кристалле?
7. Как сказывается существование нулевых колебаний в кристалле на значениях фактора Лэмба Мессбауэра?
8. Каковы причины отличия информативности мессбауэровских экспериментов на толстых образцах, от информативности тонких образцов?
9. Механизм прозрачности по отношению к мессбауэровскому излучению.
10. Эффекты квантовой интерференции на мессбауэровских переходах?
11. Физические основы нейтронографии.
12. Метод возмущенных угловых корреляций (ВУК). В чем смысл "невозмущенных" угловых корреляций ядерных излучений?
13. Какие методы мы называем "ядерно-физическими"?
14. Частичная гамма-прозрачность среды как следствие квантовой интерференции.

ВОПРОСЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (К ЭКЗАМЕНУ)

1. Излучение ориентированных ядер. Способы получения ориентированных ядер.
2. РЧ мессбауэровская спектроскопия: РЧ коллапс сверхтонкой структуры.
 1. РЧ мессбауэровская спектроскопия: магнестрикционные спутники.
 2. Использование синхротронного излучения в мессбауэровских экспериментах.
 1. Свойства синхротронного излучения.
 2. Временная мессбауэровская спектроскопия. Эксперименты с внутренней меткой времени.
 1. Акустическая модуляция мессбауэровских спектров поглощения и излучения.
 2. Мессбауэровские спектры рассеяния вперед. Схема эксперимента.
 1. Мессбауэровские спектры рассеяния вперед при ультразвуковом возбуждении образца.
 2. Основы метода нейтронной активации его приложения.
 1. РЧ мессбауэровская спектроскопия: ЯМР резонанс на возбужденном ядерном уровне.
 2. Метод возмущенных угловых гамма-гамма корреляций.
 1. РЧ мессбауэровская спектроскопия: переключение магнитного поля на ядре.
 2. Угловая корреляция каскадных гамма излучений.
 1. Поляризация гамма излучения. Поляризационные свойства линий зеemanовской структуры мессбауэровского спектра поглощения.
 2. Угловое распределение интенсивности сверхтонких линий мессбауэровского спектра поглощения.
 1. Релаксационные мессбауэровские спектры. Стохастическая теория.
 2. Явление пересечения и антипересечения ядерных уровней.
 1. Эффект частичной прозрачности тонкого мессбауэровского поглотителя в условиях антипересечения ядерных уровней и электронной релаксации.
 2. Условие различного релаксационного уширения пересекающихся сверхтонких ядерных уровней.

1. Метод нейтронной дифракции в исследовании твердых тел.
2. Мессбауэровские спектры рассеяния вперед при РЧ переключении поля на ядре.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ (см. разделы 7.1, 7.2, 7.3)

Вагизов Ф.Г. Садыков Э.К. Процессы бесфононного излучения и поглощения гамма фотонов ядрами в твердых телах, изд. КГУ (электронная версия) 2011, 30 с.

Вагизов Ф.Г. Садыков Э.К. Метод задержанных совпадений в гамма резонансной спектроскопии, изд. КГУ (электронная версия) 2011, 20 с.

Пятаев А.В. Сверхтонкая структура мессбауэровских спектров. Учебно-методическое пособие для студентов Института физики. - Казань, 2013. - 35 с.

Игнатович, В. К. Нейтронная оптика [Текст] / В. К. Игнатович .? Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006 .? 336 с.

Фетисов, Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ : учеб. пособие для студентов ст. курсов, обучающихся по спец. 020101 (011000) - Химия [Текст]/ Г.В. Фетисов, под ред. Л.А. Асланова .? Москва : Физматлит, 2007. .? 671[1] с.

7.1. Основная литература:

1. Капитонов, И. М. Введение в физику ядра и частиц : учебник для студентов вузов [Текст] / И. М. Капитонов, ? Издание 4-е .? Москва : Физматлит, 2010 .? 512 с

2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие для вузов : В 5 томах [Текст] / Д. В. Сивухин , Т. 5: Атомная и ядерная физика .? Издание 3-е, стереотипное .? Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006 .? 784 с.

3. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие для вузов : в 5 кн.[Текст] / И. В. Савельев.Кн. 5: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц .? Москва : АСТ : Астрель, 2005 .? 368 с.

7.2. Дополнительная литература:

1. Игнатович, В. К. Нейтронная оптика [Текст] / В. К. Игнатович .? Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006 .? 336 с.

2. Фетисов, Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ : учеб. пособие для студентов ст. курсов, обучающихся по спец. 020101 (011000) - Химия [Текст]/ Г.В. Фетисов, под ред. Л.А. Асланова .? Москва : Физматлит, 2007. .? 671[1] с.

7.3. Интернет-ресурсы:

Курс лекций по ядерной физике проф. И.Н. Бекмана - <http://profbeckman.narod.ru/YadFiz.htm>

Лекции профессора Б.С. Ишханова - <http://nuclphys.sinp.msu.ru/lect/ishkhanov2014/index.html>

Садыков Э.К., Аринин В.В., Вагизов Ф.Г. Прозрачность тонкого поглотителя. - http://www.jetpletters.ac.ru/ps/1850/article_28241.shtml

Садыков Э.К., Юричук А.А. Эффект толщины в случае образцов, подверженных воздействию переменных полей. - http://www.jetpletters.ac.ru/ps/2031/article_30627.shtml

Садыков Э.К., Дзюблик А.Я., Петров Г.И., Аринин В.В., Спивак А.В. Мессбауэровское рассеяние вперед. - http://www.jetpletters.ac.ru/ps/1905/article_28937.shtml

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Ядерно-физические методы исследования твёрдых тел" 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 оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. 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.

Учебная лаборатория ядерной физики, учебно- исследовательская и научно-исследовательская мессбауэровские лаборатории с расширенными возможностями.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.62 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Садыков Э.К. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Ивойлов Н.Г. _____

"__" _____ 201__ г.