

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



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 6136014

Казань

2014

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
	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;

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?

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 бесфонованного 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. Шпольский Э.В. Атомная физика, т.2. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. Лань, 2010 // http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=443
3. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / Савельев И.В., Лань, 2011, 384 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=708

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.