

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Батыгов З.Ф. Ф.И.О.

20 мая 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы рентгеноструктурного анализа

(наименование дисциплины)

Основной профессиональной образовательной программы

магистратуры

(академического (ой)/прикладного (ой) бакалавриата/магистратуры)

03.04.02 «Физика»

(код и наименование направления подготовки/специальности)

«Физика полупроводников»

(наименование профиля подготовки (при наличии))

Квалификация выпускника

магистр

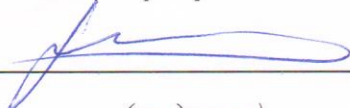
Форма обучения

очная

(очная, заочная)

МАГАС, 2018 г.

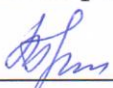
Составители рабочей программы

 (Хамхоев Б.М.)
(подпись) (Ф. И. О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры общей физики

Протокол заседания № 8 от « 23 » апреля 2018 г.

Заведующий кафедрой

 / Торшоев З.С.
(подпись) (Ф. И. О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом физико-математического факультета.

Протокол заседания № 4 от « 4 » мая 2018 г.

Председатель учебно-методического совета

 / Ташкеев У.А.
(подпись) (Ф. И. О.)

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

протокол № 9 от « » мая 2018 г.

 / Ташкеев М.Б.
(подпись) (Ф.И. О.)

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.

Цель преподавания дисциплины

Курс «Основы рентгеноструктурного анализа» посвящен изучению современных инструментальных методов рентгеноструктурного анализа, вариантов качественного и количественного рентгеноструктурного анализа, необходимого для эффективного освоения основной образовательной программы по направлению 03.04.02 «Физика», профиль «Физика полупроводников. Микроэлектроника». Курс имеет целью ознакомления магистрантов с теоретическими и практическими основами рентгеновских методов анализа, его аппаратным оформлением. Он позволяет привить навыки по расшифровке и индентификации рентгенограмм, расчету параметров элементарной ячейки и других структурных параметров, проведению качественного и количественного рентгенофазового анализа.

Целями освоения дисциплины «Рентгеноструктурный анализ» являются: - формирование знаний о природе рентгеновских лучей и их применении для исследования материалов различного класса, в том числе и биоматериалов; - выработка навыков правильного выбора методов исследования особенностей структуры различных материалов и решения прикладных задач структурного анализа.

Задачами дисциплины «Основы рентгеноструктурного анализа» являются:

познакомить магистрантов с возможностями и ограничениями метода РСА;
понять особенности возникновения и свойств рентгеновского излучения;
познакомить с устройством и принципом работы рентгеновских дифрактометров;
научить определять условия эксперимента исходя из поставленной задачи;
научить основам обработки полученных рентгенографических данных с позиций качественного и количественного анализа;
познакомить с современными программными и информационными обеспечениями, в т.ч. с использованием интернет ресурсов

Требования к результатам освоения дисциплины:

научно-исследовательская деятельность:

способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта (ПК-1);

способностью руководить научно-исследовательской деятельностью в области физики обучающихся по программам бакалавриата (ПК-2).

Дисциплина «Основы рентгеноструктурного анализа» преподается в течение одного семестра. Основной материал курса излагается в цикле лекций (10 часов), раскрывающий содержание основных теоретических и практических понятий.

Методы решения конкретных задач рассматриваются в ходе практических занятий (26 часов) в ходе которых детально рассматриваются способы идентификации рентгенографических данных при качественном и количественном анализе неорганических систем.

Итоговый контроль осуществляется посредством семестрового зачета.

Контроль за развитием перечисленных знаний, навыков и умений осуществляется с помощью нескольких форм. Текущий контроль осуществляется посредством решения практических задач на практических занятиях, коллоквиум и контрольной работы.

Итоговый контроль осуществляется посредством суммирования показателей по всем видам текущего контроля.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины Основы рентгеноструктурного анализа

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций :

<i>Код компетенции</i>	<i>Результаты освоения Содержание компетенций</i>	<i>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</i>	<i>Средства и технологии оценивания</i>
ПК-1	:Способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.	Владеть: навыками постановки и решения задач научных исследований в области физики оптических и лазерных явлений с помощью современных методов и средств теоретических и экспериментальных исследований. Уметь: самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области физики оптических и лазерных явлений с	коллоквиум, , сдача лабораторных работ, зачет

		использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий. Знать: методы и способы постановки и решения задач физических исследований, принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований, возможности, методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований.	
ПК-7	Способность руководить научно-исследовательской деятельностью в области физики обучающихся по программам бакалавриата	Знать: – теоретические основы организации научноисследовательской деятельности; – методы сбора информации для решения поставленных исследовательских задач; – методы анализа данных, необходимых для проведения конкретного исследования. Уметь: – оказать помощь и содействие в поиске информации по полученному заданию; при сборе, анализе данных, необходимых для решения поставленных задач. Владеть:	коллоквиум, , сдача лабораторных работ, зачет

		– организационными способностями; современными методами научного исследования в предметной сфере; – навыками осуществления поиска информации по полученному заданию; сбора, анализа данных, необходимых для решения поставленных задач. .	
--	--	--	--

Планируемые результаты обучения по уровням сформированности компетенции ПК-1

Код компетенции	Уровень сформированности компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-1	на высоком уровне	владеет способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта
	на хорошем уровне	владеет способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности
	на удовлетворительном уровне	владеет способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности

Планируемые результаты обучения по уровням сформированности компетенции ПК-7

Код компетенции	Уровень сформированности компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-2	на высоком уровне	владеет способностью руководить научно- исследовательской деятельностью в области физики обучающихся по программам бакалавриата
	на хорошем уровне	способностью руководить научно-исследовательской деятельностью в области физики обучающихся по программам бакалавриата
	на удовлетворительном уровне	владеет способностью руководить научноисследовательской деятельностью в области физики обучающихся по программам бакалавриат

ОБЪЕМ ДИСЦИПИНЫ

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость	72
Аудиторные занятия	38
Лекции	10
Практические занятия	26
Лабораторные занятия	
Контроль самостоятельной работы	2

Самостоятельная работа	34
Промежуточная форма контроля –	
Итоговая форма контроля - 3	
Зачетные единицы	2

Содержание курса

1. Темы и краткое содержание

№	Тема	Содержание	Самостоятельная работа
	Физика рентгеновского излучения	Взаимодействие электронного пучка с твердым телом. Генерация рентгеновского излучения. Природа и свойства излучения. Непрерывное (тормозное) излучение: механизм взаимодействия, спектральная характеристика, влияние параметров электронного пучка и свойств материала анода. Характеристическое излучение: механизм возникновения, спектр и его особенности, серии линий. Поглощение рентгеновского излучения веществом: основной закон	Тонкая структура спектральных линий и правила отбора. Вторичные характеристические лучи.

		ослабления лучей, коэффициента ослабления, зависимость от длины волны. Практические приложения закона.	
	Рентгеновская аппаратура. Рентгеновские трубки. Устройство дифрактометра. Геометрия съемки и устройство гониометра. Детекторы рентгеновских лучей. Другие источники рентгеновского излучения.	Рентгеновская аппаратура. Рентгеновские трубки. Устройство дифрактометра. Геометрия съемки и устройство гониометра. Детекторы рентгеновских лучей. Другие источники рентгеновского излучения.	Рентгеновская аппаратура. Рентгеновские трубки. Устройство дифрактометра. Геометрия съемки и устройство гониометра. Детекторы рентгеновских лучей. Другие источники рентгеновского излучения.
	Регистрация рентгеновских лучей и измерение их интенсивности. Ионизационный метод. Фотографический метод. Ксерорадиографический и люминесцентный методы. Сравнение различных детекторов.	Регистрация рентгеновских лучей и измерение их интенсивности. Ионизационный метод. Фотографический метод. Ксерорадиографический и люминесцентный методы. Сравнение различных детекторов.	Регистрация рентгеновских лучей и измерение их интенсивности. Ионизационный метод. Фотографический метод. Ксерорадиографический и люминесцентный методы. Сравнение различных детекторов.
	дифракция рентгеновских лучей. Уравнение дифракции Лауэ. Подход Вульфа-Брэггов. Обратная решетка. Построение Эвальда. Геометрическая интерпретация дифракции. Атомный и структурный фактор рассеяния рентгеновских лучей.	дифракция рентгеновских лучей. Уравнение дифракции Лауэ. Подход Вульфа-Брэггов. Обратная решетка. Построение Эвальда. Геометрическая интерпретация дифракции. Атомный и структурный фактор рассеяния рентгеновских лучей.	дифракция рентгеновских лучей. Уравнение дифракции Лауэ. Подход Вульфа-Брэггов. Обратная решетка. Построение Эвальда. Геометрическая интерпретация дифракции. Атомный и структурный фактор рассеяния рентгеновских лучей.

Температурный фактор	Температурный фактор	Температурный фактор
Экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа. Метод порошков. Индицирование рентгенограмм, снятых по методу порошка. Метод Лауэ. Метод вращения кристалла. Правила погасания	Экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа. Метод порошков. Индицирование рентгенограмм, снятых по методу порошка. Метод Лауэ. Метод вращения кристалла. Правила погасания	Экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа. Метод порошков. Индицирование рентгенограмм, снятых по методу порошка. Метод Лауэ. Метод вращения кристалла. Правила погасания
Применение рентгеноструктурного анализа для исследования материалов	Определение плотности и молекулярного веса. Определение типа твердого раствора. Определение коэффициента термического расширения. Фазовый анализ и получение диаграмм состояний. Рентгенографическое определение внутренних напряжений в материалах. Определение величины кристаллитов. Рентгенографический анализ текстур..	Определение размеров кристаллитов методом гармонического анализа.
Рентгеноанализ структурных изменений, вызываемых термической обработкой сплавов и воздействием ионизирующего излучения	Рентгеноанализ явлений, протекающих при распаде пересыщенных твердых растворов. Рентгенографический анализ структурных изменений при закалке и отпуске сталей. Рентгенографические исследования действия	Рентгеноанализ твердых растворов. Возникновение точечных дефектов и изменение периода кристаллической решетки

		облучения на структуру кристаллических веществ	
	Радиационная безопасность.	Биологическое действие рентгеновского излучения. Естественные и искусственные источники рентгеновского излучения. Основные физические величины дозиметрии. Радиационная безопасность.	Естественные и искусственные источники рентгеновского излучения.

Распределение часов курса по темам и видам работ

№ пп	Наименование темы	Всего часов	Аудиторные занятия (час)		
			в том числе		
			лекции	семинары	лаборатор.занятия
1	Физика рентгеновского излучения	3	1	2	
2	Рентгеновская аппаратура. Рентгеновские трубки. Устройство дифрактометра. Геометрия съемки и устройство гониометра. Детекторы рентгеновских лучей. Другие источники рентгеновского излучения.	5	1	4	
3	Регистрация рентгеновских лучей и измерение их интенсивности. Ионизационный метод. Фотографический	4	2	2	

	метод. Ксерорадиографический и люминесцентный методы. Сравнение различных детекторов.				
4	дифракция рентгеновских лучей. Уравнение дифракции Лауэ. Подход Вульфа- Брэггов. Обратная решетка. Построение Эвальда. Геометрическая интерпретация дифракции. Атомный и структурный фактор рассеяния рентгеновских лучей. Температурный фактор	3	1	2	
5	Экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа. Метод порошков. Индицирование рентгенограмм, снятых по методу порошка. Метод Лауэ. Метод вращения кристалла. Правила погасания	6	2	4	
6	Применение рентгеноструктурного анализа для исследования материалов	5	1	4	
7	Рентгеноанализ структурных из- менений, вызываемых термической обработкой сплавов и воздействием	5	1	4	

	ионизирующего излучения				
8	Радиационная безопасность.	5	1	4	
	ИТОГО	36	10	26	

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Текущая аттестация студентов производится лектором по дисциплине в следующих формах:

- проверки посещения занятий;
- опрос на лекциях по материалам предыдущих лекций и материалам, вынесенным на самостоятельное изучение.
- опрос по теоретической и практической части лабораторных работ. - коллоквиум.

Промежуточная аттестация по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета. Зачет получают студенты, посещавшие лекционные занятия данного курса, сдавшие коллоквиум и выполнившие все лабораторные работы. При наличии пропусков лабораторных работ темы занятий должны быть отработаны.

Требования к коллоквиуму: Тематика коллоквиума связана с лекционным материалом, поэтому он проводится после прочтения цикла лекций и предназначен для более глубокого усвоения материала, изучаемого на лекциях. В процессе ответа студент должен показать: - понимание теоретического материала, выносимого на коллоквиум; - знание основных рентгеновских методов анализа; - анализирование информации и выделение главного. Итоги коллоквиума оцениваются в баллах (от 0 до 5).

. Контрольные вопросы по курсу:

1. Физические процессы, приводящие к возникновению тормозного и характеристического излучений при взаимодействии ускоренного пучка электронов с твердым телом.
2. Выведите уравнение Вульфа-Брегга.
3. Как выглядит дифракционная картина от кубического кристалла с примитивной ячейкой, с непримитивной ячейкой?
4. Что такое структурная амплитуда, структурный множитель?
5. Что такое сфера Эвальда?

6. Нарисуйте обратное пространство для поликристалла.
7. Нарисуйте обратное пространство для монокристалла.
8. Что такое текстура?
9. Как выглядят дифракционные картина от монокристалла, поликристалла, аморфного вещества?
10. Ваши предложения по выбору методов определения параметра решетки монокристалла.
11. Когерентное и некогерентное рассеяние: различия.
12. Представьте в графической форме интерференционную функцию.
13. Что такое экстинкция: первичная, вторичная?
14. Перечислите основные причины ошибок при определении межплоскостных расстояний.
15. Укажите основные причины уширения узлов обратной решетки на рентгенограммах.
16. Выведите основные методы наблюдения дифракции рентгеновских лучей из анализа уравнения Вульфа-Брегга.
17. Что такое рентгеновская дифрактометрия?
18. Поясните взаимосвязь прямого и обратного пространства.
19. Что такое области когерентного рассеяния?
20. Можете ли вы на простой модели пояснить суть эффектов дифракции и возникновение интерференционной картины за объектом (твердым телом)?

МАТЕРИАЛЫ ПО ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень вопросов к коллоквиуму

1. Природа лучей рентгена, их преломление, дифракция.
2. Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей.
3. Спектры рентгеновских лучей, сплошные и характеристические спектры
4. Основной закон поглощения рентгеновских лучей.
5. Рассеяние рентгеновских лучей.
6. Ионизация под действием рентгеновских лучей.
7. Устройство и принцип работы рентгеновских трубок.
8. Устройство дифрактометра.
9. Геометрия съемки и устройство гониометра.
10. Детекторы рентгеновских лучей.
11. Уравнение дифракции Лауэ.
12. Подход Вульфа- Брэггов.
13. Обратная решетка.
14. Построение Эвальда. Геометрическая интерпретация дифракции.
15. Метод порошков.
16. Индексирование рентгенограмм, снятых по методу порошка.

17. Метод Лауэ.
18. Метод вращения кристалла.
19. Определение плотности и молекулярного веса. Определение типа твердого раствора. Определение коэффициента термического расширения.
20. Фазовый анализ и получение диаграмм состояний.
21. Рентгенографическое определение внутренних напряжений в материалах.
22. Определение величины кристаллитов.
23. Рентгенографический анализ текстур.
24. Рентгеноанализ твердых растворов.
25. Рентгеноанализ упорядоченных твердых растворов.
26. Рентгеноанализ явлений, протекающих при распаде пересыщенных твердых растворов.
27. Рентгенографический анализ структурных изменений при закалке и отпуске стали.
28. Рентгенографические исследования действия облучения на структуру кристаллических веществ. 21
29. Биологическое действие рентгеновского излучения.
30. Естественные и искусственные источники рентгеновского излучения.
31. Основные физические величины дозиметрии. Радиационная безопасность.

Форма итогового контроля

Зачет (3 семестр)

Учебно-методическое обеспечение курса

Рекомендуемая литература (основная):

1. Савицкая Л.К. Рентгеноструктурный анализ. Курс лекций, ч. 1. – Томск: изд-во Томского ун-та, 1982. – 172 с.
2. Савицкая Л.К. Рентгеноструктурный анализ. Курс лекций, ч. 2. – Томск: изд-во Томского ун-та, 1990. – 157 с.
3. Бублин В.Т., Дубровина А.Н. Методы исследования структуры полупроводников и металлов. – М.: Металлургия, 1978. – 272 с.
4. Пушаровский Д.Ю. Рентгенография минералов. М., Геоинформмарк, 2000г.
5. Павлов В.П., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высшая школа. 2000г. 494 с.
6. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. М.: МИСИС, 2001. 328 с.
7. . Панова Т.В. Рентгеноструктурный анализ. Краткий курс лекций., 2012 г

8. . Анищик В.М., Понарядов В.В., Углов В.В. Дифракционный анализ. Учебное пособие.- Минск: Высшая школа, 2011, с.216. Доступ: - http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=109928
9. . 3. Ветошкин А.Г. Защита окружающей среды от энергетических воздействий. Учебное пособие. М.:Абрис.-2012, с. 383. Доступ:- <http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117489>.