

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**Физико-технический институт**

Актуализировано:  
на заседании кафедры общей физики  
протокол №7 от «20» июня 2017 г. г.  
Зав. кафедрой \_/Мулюков Р.Р.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета  
/института

 / Балапанов М.Х

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

дисциплина \_ **Основы рентгеновской дифрактометрии**  
(наименование дисциплины)

Профессиональный цикл, дисциплина по выбору  
(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))


**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

28.03.03 Наноматериалы  
(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки  
Объемные наноструктурные материалы  
(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация  
Бакалавр  
(указывается квалификация)

Разработчик (составитель) <u>д.ф.-м.н., проф. Альмухаметов Р.Ф.</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	 / <u>Альмухаметов Р.Ф</u> — (подпись, Фамилия И.О.)
--	--

Для приема 2017 г.

Уфа 2017

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры физики и технологии наноматериалов: протокол № 7 от «20» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой

/ Мулюков Р.Р./

## Список документов и материалов

1.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы <i>(с ориентацией на карты компетенций)</i>	3
2.	Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3.	Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4	Фонд оценочных средств по дисциплине	5
	4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	5
	4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	8
	4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)	9
5	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	15
	5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	15
	5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	15
6	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16

### **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы** *(с ориентацией на карты компетенций)*

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки: ОПК-3 способностью применять основы методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы, в твердом, жидком, гелеобразном, аэрозольном состоянии, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, внутренние и внешние границы раздела фаз, а также физических и химических процессов в них или с их участием;

ПК-2 способностью использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой;

ПК-3 способностью применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики изделий из наноматериалов и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания.

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	природа рентгеновских лучей, их взаимодействие с веществом; особенности взаимодействия рентгеновских лучей, нейтронов и электронов с веществом; задачи, решаемые этими методами;	ОПК-3,	
	Основы теории дифракции рентгеновских лучей кристаллом, основные формулы структурного анализа, влияние различных факторов на дифракционную картину, структурный фактор, расчет структурного фактора для простейших структур.	ОПК-3	
	основные методы рентгеноструктурного анализа;	ПК-2, ПК-3,	
	общие представления о рентгеновской аппаратуре;		
Умения	1. читать и понимать научно-техническую литературу по структурному и фазовому анализу в предстоящей области профессиональной деятельности;	ОПК-3,	
	2. работать с рентгеновскими аппаратами для структурного анализа;	ПК-2, ПК-3	
	3. обоснованно выбирать излучение, фильтры и условия съемки;		
	4. обрабатывать и анализировать информацию, полученную с рентгеновских аппаратов;		
	5. применять основы теории дифракции рентгеновских лучей кристаллом для решения задач в профессиональной деятельности; проводить качественный и количественный рентгенофазовый анализ, определять параметры решетки, индцировать рентгенограммы кристаллов, определить ориентировку монокристаллов;	ОПК-3	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. навыки работы с научно-технической литературой по структурному и фазовому анализу в предстоящей области профессиональной деятельности;	ОПК-3,	
	2. навыки проведения качественного и количественного рентгенофазового анализа, определения параметров решетки, индцирования рентгенограмм кристаллов, ориентировки монокристаллов;	ПК-2, ПК-3	
	3. навыки работы с рентгеновскими аппаратами для структурного анализа;	ПК-2, ПК-3	

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Основы рентгеновской дифрактометрии» входит в раздел «Б.1.В1.ДВ04.01. Дисциплины по выбору» по направлению подготовки 28.03.03 «Нanomатериалы»

Дисциплина изучается на 3 курсе(ах) в 5\_ семестре).

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Высшая математика.  
 Атомная физика  
 Основы материаловедения  
 Кристаллография  
 Физика реальных кристаллов  
 Физика конденсированного состояния

Знание раздела физики "Основы рентгеновской дифрактометрии" необходимо для изучения магистерских курсов, для выполнения бакалаврских и магистерских диссертаций.

### 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1

### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

#### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ОПК-3 способностью применять основы методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы, в твердом, жидком, гелеобразном, аэрозольном состоянии, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, внутренние и внешние границы раздела фаз, а также физических и химических процессов в них или с их участием

Этапы формирования компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				Оценочные средства
	2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)	
<p><b>Знать:</b> 1) природа рентгеновских лучей, их взаимодействие с веществом; особенности взаимодействия рентгеновский лучей, нейтронов и электронов с веществом; задачи, решаемые этими методами;</p> <p>2) Основы теории дифракции рентгеновских лучей кристаллом, основные формулы структурного анализа, влияние различных факторов на дифракционную картину, структурный фактор, расчет структурного фактора для простейших структур;</p>	<p><b>Частично знает</b> 1) природу рентгеновских лучей, их взаимодействие с веществом; особенности взаимодействия рентгеновский лучей, нейтронов и электронов с веществом; задачи, решаемые этими методами;</p> <p>2) Основы теории дифракции рентгеновских лучей кристаллом, основные формулы структурного анализа, влияние различных факторов на дифракционную картину, структурный фактор, расчет структурного</p>	<p><b>В целом знает</b> 1) природу рентгеновских лучей, их взаимодействие с веществом; особенности взаимодействия рентгеновский лучей, нейтронов и электронов с веществом; задачи, решаемые этими методами;</p> <p>2) Основы теории дифракции рентгеновских лучей кристаллом, основные формулы структурного анализа, влияние различных факторов на дифракционную картину, структурный фактор, расчет структурного</p>	<p><b>Знает</b> 1) природу рентгеновских лучей, их взаимодействие с веществом; особенности взаимодействия рентгеновский лучей, нейтронов и электронов с веществом; задачи, решаемые этими методами;</p> <p>2) Основы теории дифракции рентгеновских лучей кристаллом, основные формулы структурного анализа, влияние различных факторов на дифракционную картину, структурный фактор, расчет структурного фактора для простейших структур; <b>но</b></p>	<p><b>Знает</b> 1) природу рентгеновских лучей, их взаимодействие с веществом; особенности взаимодействия рентгеновский лучей, нейтронов и электронов с веществом; задачи, решаемые этими методами;</p> <p>2) Основы теории дифракции рентгеновских лучей кристаллом, основные формулы структурного анализа, влияние различных факторов на дифракционную картину, структурный фактор, расчет структурного фактора для простейших структур.</p>	<p>письменные работы по теоретическому материалу; аудиторные и домашние задания по практическим занятиям (решение задач); собеседование</p>

	фактора для простейших структур.;	фактора для простейших структур, но допускает значительные ошибки.	незначительные ошибки.		
<p><b>Уметь:</b></p> <p>1) читать и понимать научно-техническую литературу по структурному и фазовому анализу в предстоящей области профессиональной деятельности;</p> <p>2) применять основы теории дифракции рентгеновских лучей кристаллом для решения задач в профессиональной деятельности; проводить качественный и количественный рентгенофазовый анализ, определять параметры решетки, индцировать рентгенограммы кристаллов, определить ориентировку монокристаллов;</p>	<p><b>Не умеет</b></p> <p>1) читать и понимать научно-техническую литературу по структурному и фазовому анализу в предстоящей области профессиональной деятельности;</p> <p>2) применять основы теории дифракции рентгеновских лучей кристаллом для решения задач в профессиональной деятельности; проводить качественный и количественный рентгенофазовый анализ, определять параметры решетки, индцировать рентгенограммы кристаллов, определить ориентировку монокристаллов;</p>	<p><b>Умеет</b></p> <p>1) читать и понимать научно-техническую литературу по структурному и фазовому анализу в предстоящей области профессиональной деятельности;</p> <p>2) применять основы теории дифракции рентгеновских лучей кристаллом для решения задач в профессиональной деятельности; проводить качественный и количественный рентгенофазовый анализ, определять параметры решетки, индцировать рентгенограммы кристаллов, определить ориентировку монокристаллов, но допускает значительные ошибки</p>	<p><b>Умеет</b></p> <p>1) читать и понимать научно-техническую литературу по структурному и фазовому анализу в предстоящей области профессиональной деятельности;</p> <p>2) применять основы теории дифракции рентгеновских лучей кристаллом для решения задач в профессиональной деятельности; проводить качественный и количественный рентгенофазовый анализ, определять параметры решетки, индцировать рентгенограммы кристаллов, определить ориентировку монокристаллов; но допускает незначительные ошибки</p>	<p><b>Умеет</b></p> <p>достоверно читать и понимать научно-техническую литературу по структурному и фазовому анализу в предстоящей области профессиональной деятельности;</p> <p>2) применять основы теории дифракции рентгеновских лучей кристаллом для решения задач в профессиональной деятельности; проводить качественный и количественный рентгенофазовый анализ, определять параметры решетки, индцировать рентгенограммы кристаллов, определить ориентировку монокристаллов;</p>	<p>проведение контрольных работ по решению задач; коллоквиум</p>
<p><b>Владеть:</b></p> <p>навыками работы научно-технической литературой по структурному и фазовому анализу в предстоящей области профессиональной деятельности</p>	<p><b>Не владеет</b></p> <p>навыками работы научно-технической литературой по структурному и фазовому анализу в предстоящей области профессиональной деятельности.</p>	<p><b>Владеет</b></p> <p>навыками работы научно-технической литературой по структурному и фазовому анализу в предстоящей области профессиональной деятельности, но допускает значительные ошибки</p>	<p><b>Владеет</b></p> <p>навыками работы научно-технической литературой по структурному и фазовому анализу в предстоящей области профессиональной деятельности, но допускает незначительные ошибки</p>	<p><b>Владеет</b> в полной мере навыками работы научно-технической литературой по структурному и фазовому анализу в предстоящей области профессиональной деятельности.</p>	<p>экзамен</p>

ПК-2 способностью использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой

ПК-3 способностью применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики изделий из наноматериалов и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания

Этапы формирования компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				Оценочные средства
	2	3	4	5	
<b>Знать:</b> 1) основные методы рентгеноструктурного анализа; 2) общие представления о рентгеновской аппаратуре;	<b>Частично знает</b> 1) основные методы рентгеноструктурного анализа; 2) общие представления о рентгеновской аппаратуре;	<b>В целом знает</b> 1) основные методы рентгеноструктурного анализа; 2) общие представления о рентгеновской аппаратуре, <b>но допускает значительные ошибки.</b>	<b>Знает</b> 1) основные методы рентгеноструктурного анализа; 2) общие представления о рентгеновской аппаратуре, <b>но допускает незначительные ошибки.</b>	<b>Знает</b> 1) основные методы рентгеноструктурного анализа; 2) общие представления о рентгеновской аппаратуре;	письменные работы по теоретическому материалу; аудиторские и домашние задания по практическим занятиям (решение задач); собеседование
<b>Уметь</b> 1. работать с рентгеновскими аппаратами для структурного анализа; 2. обоснованно выбирать излучение, фильтры и условия съемки; 3. обрабатывать и анализировать информацию, полученную с рентгеновских аппаратов;	<b>Не умеет</b> 1. работать с рентгеновскими аппаратами для структурного анализа; 2. обоснованно выбирать излучение, фильтры и условия съемки; 3. обрабатывать и анализировать информацию, полученную с рентгеновских аппаратов;	<b>Умеет</b> 1. работать с рентгеновскими аппаратами для структурного анализа; 2. обоснованно выбирать излучение, фильтры и условия съемки; 3. обрабатывать и анализировать информацию, полученную с рентгеновских аппаратов, но допускает значительные ошибки	<b>Умеет</b> 1. работать с рентгеновскими аппаратами для структурного анализа; 2. обоснованно выбирать излучение, фильтры и условия съемки; 3. обрабатывать и анализировать информацию, полученную с рентгеновских аппаратов; но допускает незначительные ошибки	<b>Умеет</b> 1. работать с рентгеновскими аппаратами для структурного анализа; 2. обоснованно выбирать излучение, фильтры и условия съемки; 3. обрабатывать и анализировать информацию, полученную с рентгеновских аппаратов;	проведение контрольных работ по решению задач; коллоквиум
<b>Владеть</b> 1. навыки проведения качественного и количественного рентгенофазового анализа, определения параметров решетки, индцирования рентгенограмм кристаллов, ориентировки монокристаллов; 2. навыки работы с рентгеновскими аппаратами для структурного анализа;	<b>Не владеет</b> 1. навыками проведения качественного и количественного рентгенофазового анализа, определения параметров решетки, индцирования рентгенограмм кристаллов, ориентировки монокристаллов; 2. навыками работы с рентгеновскими аппаратами для структурного анализа	<b>Владеет</b> 1. навыками проведения качественного и количественного рентгенофазового анализа, определения параметров решетки, индцирования рентгенограмм кристаллов, ориентировки монокристаллов; 2. навыками работы с рентгеновскими аппаратами для структурного анализа, но допускает значительные ошибки	<b>Владеет</b> 1. навыками проведения качественного и количественного рентгенофазового анализа, определения параметров решетки, индцирования рентгенограмм кристаллов, ориентировки монокристаллов; 2. навыками работы с рентгеновскими аппаратами для структурного анализа, но допускает незначительные ошибки	<b>Владеет</b> 1. навыками проведения качественного и количественного рентгенофазового анализа, определения параметров решетки, индцирования рентгенограмм кристаллов, ориентировки монокристаллов; 2. навыками работы с рентгеновскими аппаратами для структурного анализа.	экзамен

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап	1 природа рентгеновских лучей, их взаимодействие с веществом;	ОПК-3	собеседование допуск к лабораторной

Знания	особенности взаимодействия рентгеновский лучей, нейтронов и электронов с веществом; задачи, решаемые этими методами; 2 Основы теории дифракции рентгеновских лучей кристаллом, основные формулы структурного анализа, влияние различных факторов на дифракционную картину, структурный фактор, расчет структурного фактора для простейших структур;		работе защита лабораторной работы собеседование
	3. основные методы рентгеноструктурного анализа; 4. общие представления о рентгеновской аппаратуре;	ПК-2, ПК-3,	
2-й этап Умения	1. читать и понимать научно-техническую литературу по структурному и фазовому анализу в предстоящей области профессиональной деятельности; 2. применять основы теории дифракции рентгеновских лучей кристаллом для решения задач в профессиональной деятельности; проводить качественный и количественный рентгенофазовый анализ, определять параметры решетки, индцировать рентгенограммы кристаллов, определить ориентировку монокристаллов;	ОПК-3	собеседование допуск к лабораторной работе защита лабораторной работы
	3. работать с рентгеновскими аппаратами для структурного анализа 3) объяснить основные свойства металлов и сплавов исходя из их структуры, химического состава, влияния на них обработки и внешних факторов; 4. обрабатывать и анализировать информацию, полученную с рентгеновских аппаратов.	ПК-2, ПК-3,	
3-й этап Владеть навыками	навыки работы с научно-технической литературой по структурному и фазовому анализу в предстоящей области профессиональной деятельности	ОПК-3	экзамен
	навыки проведения качественного и количественного рентгенофазового анализа, определения параметров решетки, индцирования рентгенограмм кристаллов, ориентировки монокристаллов	ПК-2, ПК-3	
	навыки работы с рентгеновскими аппаратами для структурного анализа		

***Перечень вопросов по защите лабораторных работ и собеседованию.***

1 Дифракционные методы исследования структуры твердых тел. Рентгенография, нейтронография, электронография. Особенности этих методов. Основные понятия, характеризующие взаимодействие различных видов излучения с веществом. Сравнительная характеристика взаимодействия рентгеновского излучения, электронов и нейтронов с веществом.

2 Природа рентгеновских лучей. Получение рентгеновских лучей. Рентгеновские трубки. Механизм возникновения и свойства сплошного рентгеновского излучения. Распределение интенсивности сплошного излучения. Факторы, влияющие на интенсивность сплошного рентгеновского излучения.

3 Механизм возникновения и свойства характеристического излучения. Тонкая



структура характеристических спектров. Правила отбора и диаграмма переходов. Фотоэффект. Оже-эффект. Вторичные спектры. Флюоресценция. Применение вторичного излучения.

4 Поглощение рентгеновских лучей веществом. Коэффициенты поглощения, их зависимость от длины и порядкового номера поглотителя, скачки поглощения. Определение коэффициентов поглощения. Понятие о классической и квантовой теории поглощения. Фильтры.

5 Рассеяние рентгеновских лучей кристаллом. Уравнение Вульфа-Брэггов. Интерференционная функция Лауэ. Анализ интерференционной функции Лауэ. Основные и побочные максимумы, соотношение их интенсивностей. Условия интерференции, выраженные через вектор обратной решетки. Сфера Эвальда. Рассеяние рентгеновских лучей кристаллами со сложным базисом. Структурный фактор. Правила погасания. Расчет структурного фактора для простейших структур.

6 Рассеяние рентгеновских лучей свободным электроном. Множитель Томпсона. Рассеяние рентгеновских лучей одноэлектронным атомом. Рассеяние рентгеновских лучей многоэлектронным атомом. Атомный фактор рассеяния.

7 Влияние тепловых колебаний атомов на интенсивность рассеянного рентгеновского излучения. Фактор Дебая-Валлера. Определение амплитуды тепловых колебаний атомов из рентгеновских данных.

8 Геометрический и абсорбционный факторы интенсивности рассеяния рентгеновского излучения. Фактор повторяемости.

11 Кинематическая теория рассеяния рентгеновских лучей. Выражение для интенсивности рассеянного излучения в приближении кинематической теории. Понятие о динамической теории рассеяния рентгеновских лучей. Первичная и вторичная экстинкция.

12 Метод Лауэ. Возникновение интерференционной картины в методе Лауэ. Круг задач, решаемых с помощью метода Лауэ. Условия съемки лауэграмм и эпиграмм. Геометрия интерференционной картины. Гномоническая проекция. Зональные кривые. Особенности расположения пятен на лауэграммах. Определение ориентировки монокристалла по лауэграммам и эпиграммам.

13 Метод Дебая – Шерера. Возникновение интерференционной картины в методе Дебая. Индексирование дебаграмм. Круг задач, решаемых с помощью метода Дебая.

14 Метод вращения. Геометрия интерференционной картины. Определение периода идентичности по рентгенограмме вращения. Индексирование рентгенограмм вращения.

15 Электронографический метод исследования структуры. Его достоинства и недостатки. Области применения.

16 Нейтронографический метод исследования структуры. Области его применения и особенности.

## **Типовые вопросы при собеседовании по лабораторным работам**

### ***Тема: Рентгеновские аппараты***

1. Как устроена рентгеновская трубка?
2. Для чего служит катод?
3. Для чего служит основание анода?
4. Что такое зеркало анода?
5. Как выглядит ВАХ рентгеновской трубки?

### ***Тема: Природа рентгеновских лучей***

1. Какую природу имеют рентгеновские лучи?
2. В какой области шкалы электромагнитных волн находятся рентгеновские лучи?
3. Какой спектр испускает рентгеновская трубка?
4. Какой спектр называется сплошным?

5. Какой спектр называется характеристическим?
6. От каких факторов зависит сплошной спектр?
7. Как объясняется возникновение сплошного спектра?
8. Как зависит сплошной спектр от материала анода?
9. Как зависит характеристический спектр от материала зеркала анода?
10. Как объясняется возникновение характеристического спектра?
11. Как возникают K-, L-, M-, N- серии характеристического спектра?

**Тема: Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом**

1. Какие процессы происходят при прохождении рентгеновских лучей через вещество?
2. Что называется коэффициентом поглощения?
3. От каких факторов зависит коэффициент поглощения?
4. Как располагаются спектр излучения трубки и кривая поглощения при условии, что порядковый номер материала анода меньше чем порядковый номер исследуемого кристалла?
5. Как располагаются спектр излучения трубки и кривая поглощения при условии, что порядковый номер материала анода равен порядковому номеру исследуемого кристалла?
6. Как располагаются спектр излучения трубки и кривая поглощения при условии, что порядковый номер материала анода больше чем порядковый номер исследуемого кристалла?
7. Какое соотношение между порядковым номером анода и порядковым номером исследуемого кристалла должно быть для оптимальной съемки рентгенограммы?
8. Фильтры и принцип их выбора.

**Тема: Дифракция рентгеновских лучей кристаллом**

1. Что называется интерференцией?
2. Какие лучи интерферируют при облучении кристалла рентгеновскими лучами?
3. Вывести формулу Вульфа-Брэггов.
4. Что такое межплоскостное расстояние? Какие значения оно принимает?
5. Что такое порядок интерференции?
6. Что такое угол скольжения?
7. Что называется структурным фактором?
8. Вычислить структурный фактор для простой кубической решетки.
9. Вычислить структурный фактор для решетки с ОЦК структурой.
10. Вычислить структурный фактор для решетки с ГЦК структурой.
11. Какие значения принимают индексы Миллера для простой кубической решетки?
12. Какие значения принимают индексы Миллера для решетки с ОЦК структурой?
13. Какие значения принимают индексы Миллера для решетки с ГЦК структурой?
14. Вычислить структурный фактор для решетки с структурой CsCl.
15. Вычислить структурный фактор для решетки с структурой NaCl.
15. Что называется атомным множителем?
16. Какими параметрами определяется атомный множитель?

**Тема: Индицирование рентгенограмм**

1. Что называется индицированием?
2. В чем состоит суть графического индицирования?
3. В чем состоит суть аналитического индицирования?
4. Вычислить теоретические значения  $\frac{\sin^2 \theta_i}{\sin^2 \theta_1}$  для кристаллов с простой кубической решеткой.

5. Вычислить теоретические значения  $\frac{\sin^2 \theta_i}{\sin^2 \theta_1}$  для кристаллов с ОЦК решеткой.

6. Вычислить теоретические значения  $\frac{\sin^2 \theta_i}{\sin^2 \theta_1}$  для кристаллов с ГЦК решеткой.

**Типовые задания на контрольную работу**

В таблице приведены рентгеновские данные для меди. Определить тип решетки, индексы Миллера линий, параметр решетки, атомный радиус и рентгеновскую плотность

номер линии	$2\theta$ , град.
1	43.35
2	50.51
3	74.20
4	90.02
5	95.19
6	117.03
7	136.84
8	145.14

В таблице приведены рентгеновские данные для CsCl. Определить тип решетки, индексы Миллера линий, параметр решетки

номер линии	$2\theta$ , град.
1	21.6
2	2
3	30.7
4	7
5	37.9
6	1
7	44.0
8	6
9	49.6
10	0
11	54.7
12	0
13	64.0
14	9
15	68.4
16	8
17	72.7
18	4
19	76.9
23	5
21	81.0
22	8
20	85.1
	0
	89.1
	9
	97.1
	6

	101.
29	105.
41	109.
67	114.
03	118.
50	146.
05	133.
51	
139.38	123.
29	

### Вопросы для проведения экзамена

1 Дифракционные методы исследования структуры твердых тел. Рентгенография, нейтронография, электронография. Особенности этих методов. Основные понятия, характеризующие взаимодействие различных видов излучения с веществом. Сравнительная характеристика взаимодействия рентгеновского излучения, электронов и нейтронов с веществом.

2 Природа рентгеновских лучей. Получение рентгеновских лучей. Рентгеновские трубки. Механизм возникновения и свойства сплошного рентгеновского излучения. Распределение интенсивности сплошного излучения. Факторы, влияющие на интенсивность сплошного рентгеновского излучения.

3 Механизм возникновения и свойства характеристического излучения. Тонкая структура характеристических спектров. Правила отбора и диаграмма переходов. Фотоэффект. Оже-эффект. Вторичные спектры. Флюоресценция. Применение вторичного излучения.

4 Поглощение рентгеновских лучей веществом. Коэффициенты поглощения, их зависимость от длины и порядкового номера поглотителя, скачки поглощения. Определение коэффициентов поглощения. Понятие о классической и квантовой теории поглощения. Фильтры.

5 Рассеяние рентгеновских лучей кристаллом. Уравнение Вульфа-Брэггов. Интерференционная функция Лауэ. Анализ интерференционной функции Лауэ. Основные и побочные максимумы, соотношение их интенсивностей. Условия интерференции, выраженные через вектор обратной решетки. Сфера Эвальда. Рассеяние рентгеновских лучей кристаллами со сложным базисом. Структурный фактор. Правила погасания. Расчет структурного фактора для простейших структур.

6 Рассеяние рентгеновских лучей свободным электроном. Множитель Томпсона. Рассеяние рентгеновских лучей одноэлектронным атомом. Рассеяние рентгеновских лучей многоэлектронным атомом. Атомный фактор рассеяния.

7 Влияние тепловых колебаний атомов на интенсивность рассеянного рентгеновского излучения. Фактор Дебая-Валлера. Определение амплитуды тепловых колебаний атомов из рентгеновских данных.

8 Геометрический и абсорбционный факторы интенсивности рассеяния

рентгеновского излучения. Фактор повторяемости.

11 Кинематическая теория рассеяния рентгеновских лучей. Выражение для интенсивности рассеянного излучения в приближении кинематической теории. Понятие о динамической теории рассеяния рентгеновских лучей. Первичная и вторичная экстинкция.

12 Метод Лауэ. Возникновение интерференционной картины в методе Лауэ. Круг задач, решаемых с помощью метода Лауэ. Условия съемки лауэграмм и эпиграмм. Геометрия интерференционной картины. Гномоническая проекция. Зональные кривые. Особенности расположения пятен на лауэграммах. Определение ориентировки монокристалла по лауэграммам и эпиграммам.

13 Метод Дебая – Шерера. Возникновение интерференционной картины в методе Дебая. Индексирование дебаэграмм. Круг задач, решаемых с помощью метода Дебая.

14 Метод вращения. Геометрия интерференционной картины. Определение периода идентичности по рентгенограмме вращения. Индексирование рентгенограмм вращения.

15 Электронографический метод исследования структуры. Его достоинства и недостатки. Области применения.

16 Нейтронографический метод исследования структуры. Области его применения и особенности.

Пример экзаменационного билета по дисциплине «Дифракционный структурный анализ»:

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»  
Физико-технический институт  
Кафедра физики и технологии наноматериалов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

по дисциплине «Электрические и магнитные измерения».

**«Основы рентгеновской дифрактометрии»**

Направление 28. 03.03 «НАНОМАТЕРИАЛЫ»

Профиль «Объемные наноструктурные материалы»

1. Дифракционные методы анализа структуры вещества. Сравнительная характеристика РСА, электронографии и нейтронографии.

2. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом. Механизмы ослабления.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Мулюков Р.Р./  
(подпись) (Ф.И.О.)

### **Критерии оценки для экзамена:**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

-отлично - от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);

-хорошо - от 60 до 79 баллов;

-удовлетворительно - от 45 до 59 баллов;

-неудовлетворительно - менее 45 баллов.

### **Критерии оценки по собеседованию, допуску к лабораторным работам и к защите отчетов**

**5 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

**4 балла** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

**3 балла** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

**0 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### **Критерии оценки при тестировании:**

0 баллов выставляется студенту, если студент ответил неправильно на вопрос

1 балл выставляется студенту, если студент ответил правильно на вопрос

Тест состоит из 25 вопросов. Итоговый балл приводится в 10-ти балльную систему

### **4.3 Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)**

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Альмухаметов Р.Ф. Основы рентгеноструктурного анализа Уфа РИЦ БашГУ 2013 г. 88 с. (25 экз)
2. Илюшин, Александр Сергеевич. Дифракционный структурный анализ : учеб. пособие для вузов / А. С. Илюшин, А. П. Орешко .— 2-е изд., испр. и доп. — Москва : 2018 .— Часть 1 .— 2018 .— 299 с (5 экз)
3. Порай-Кошиц, Михаил Александрович. Основы структурного анализа химических соединений : [Учеб.пособие для хим.спец.ун-тов] / М.А. Порай-Кошиц .— М. : Высш.школа, 1982 .— 151 с. : ил (200 экз)
4. Альмухаметов Р.Ф. Физика металлов и сплавов Уфа РИЦ БашГУ 2013 г. 260 с. (34 экз)
5. Альмухаметов Р.Ф. Раб. № 7. Определение размеров блоков и микронапряжений рентгеновским методом.. Уфа. РИЦ БашГУ.-2016.-11 с. [https://elib.bashedu.ru/dl/local/Almuhametov\\_sost\\_Opredelenie\\_razmerov\\_blokov\\_lab\\_5\\_2016.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/local/Almuhametov_sost_Opredelenie_razmerov_blokov_lab_5_2016.pdf).

#### **. Дополнительная литература:**

1. Киттель Ч. «Введение в физику твердого тела», 1978 г. (32 экз)
2. Ковба, Леонид Михайлович. Рентгенофазовый анализ .— 2-е изд., доп. и перераб. — М. : Изд-во МГУ, 1976 .— 232с (4 экз)
3. Вейсс Р. «Физика твердого тела», М.:Атомиздат, 1968 г. (4 экз).
4. Уманский Я.С. «Рентгенография металлов», Металлургия, 1969 г. (3 экз)
6. Теория рассеяния рентгеновских лучей. В.И. Иверонова, Г.П. Ревкевич. М.Ж МГУ. 1978. 277 с. (3 экз)
7. Китайгородский, Александр Исаакович. Теория структурного анализа .— М. : АН СССР, 1957 .— 284с (3 экз)

### **Методические указания к выполнению лабораторных работ по «Дифракционный структурный анализ»:**

Альмухаметов Р.Ф. Раб. № 1. Изучение устройства и работы рентгеновских аппаратов. Уфа. РИЦ БашГУ.-2012.-12 с.

Альмухаметов Р.Ф. Раб. № 3. Качественный рентгенофазовый анализ. Уфа. РИЦ БашГУ.-2012.-20 с.

Альмухаметов Р.Ф. Раб. № 4. Индексирование рентгенограмм кристаллов кубической сингонии. Определение типа элементарной ячейки, радиуса металлических атомов и плотности металлов рентгенографическим методом. Уфа. РИЦ БашГУ.-2012.-8 с.

Альмухаметов Р.Ф. Якшибаев Р.А. Раб. № 5. Прецезионные методы определения

параметров элементарной ячейки.. Уфа. РИЦ БашГУ.-2012.-22 с.

Якшибаев Р.А. Раб. № 6. Элементы кристаллографии и определение пространственной ориентации монокристалла методом Лауэ. Уфа. РИЦ БашГУ.-2012.-20 с.

Альмухаметов Р.Ф. Раб. № 7. Определение размеров блоков и микронапряжений рентгеновским методом.. Уфа. РИЦ БашГУ.-2016.-11 с.  
[https://elib.bashedu.ru/dl/local/Almuhametov\\_sost\\_Opredelenie\\_razmerov\\_blokov\\_lab\\_5\\_2016.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/local/Almuhametov_sost_Opredelenie_razmerov_blokov_lab_5_2016.pdf)>.

Альмухаметов Р.Ф. Раб. № 11. Изучение устройства и принципа работы рентгеновских дифрактометров. Изучение рентгеновского дифрактометра ДРОН-7. Уфа. РИЦ БашГУ.-2012.-14 с.

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Учебные пособия, физический практикум, демонстрации. Кафедра общей физики физфака МГУ им. М.В. Ломоносова: <http://genphys.phys.msu.ru>
2. Учебно-методические материалы и лабораторные практикумы.Кафедра общей физики Новосибирского государственного университета: <http://phys.nsu.ru/ok01/>
3. Физикам - преподавателям и студентам: <http://teachmen.csu.ru>
4. Учебные материалы по физике - механика, термодинамика, электродинамика, электростатика, оптика, квантовая физика: [http://www.omsknet.ru/acad/fr\\_elect.htm](http://www.omsknet.ru/acad/fr_elect.htm)
5. Физическая энциклопедия в 5-ти томах: <http://www.elmagn.chalmers.se>
6. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>
12. Электронная библиотечная система .Университетская библиотека онлайн. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://biblioclub.ru/13>.
13. Электронная библиотечная система издательства .Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>
14. Электронный каталог Библиотеки БашГУ—Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

1.

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Аудитория 318</i>	<i>Лекции</i>	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска.



учебная аудитория 411 «Лаборатория рентгеноструктурного анализа»	<i>Лабораторные работы</i>	Комплекты лабораторных работ, мебель, доска Рентгеновский аппарат ИРИС-3 Дозиметр рентгеновский ДРГЗ Камеры рентгеновские РКВ-86, РКД-57, КРОС Персональный компьютер Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Принтер Kyocera FS -1040
учебная аудитория 103 «Лаборатория рентгеноспектрального анализа»	<i>Лабораторные работы, выполнение бакалаврских, и магистерских и аспирантских работ,</i>	Анализатор БРА-18 Персональный компьютер Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Принтер Kyocera FS -1040 Набор исследуемых образцов
учебная аудитория 104a «Лаборатория рентгеновской дифрактометрии»	<i>Лабораторные работы, выполнение бакалаврских, и магистерских и аспирантских работ,</i>	Дифрактометр рентгеновский ДРОН-7 Высокотемпературная камера НТК-1200 Дозиметр рентгеновский ДРГЗ Персональный компьютер Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Принтер Kyocera FS -1040 Набор исследуемых образцов
учебная аудитория 115 «Лаборатория рентгеновской дифрактометрии»	<i>Лабораторные работы, выполнение бакалаврских, и магистерских и аспирантских работ,</i>	Дифрактометр рентгеновский ДРОН-3 Высокотемпературная камера УВД-2000. Персональный компьютер Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Принтер Kyocera FS -1040 Набор исследуемых образцов
<i>Компьютерный класс 412</i>	<i>Компьютерное тестирование</i>	Компьютеры, имеющие связь с системой контроля качества обучения.
Большая физическая аудитория 02	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г.

		2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.
<i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</i> аудитории № 322 или № 324 или № 318 (физмат корпус)	Практические занятия	Доска, мел, сборники задач, калькулятор
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.
Читальный зал №4 (корпус биофака, 4 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 60.

Приложение № 1

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины **Основы рентгеновской дифрактометрии** на 5 семестр  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	74
лекций	36
практических/ семинарских	
лабораторных	36
контроль самостоятельной работы (КСР) ФКР	2
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) включая подготовку к экзамену/зачету	84+27

Форма(ы) контроля:

экзамен   5   семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополните льная литератур а, рекоменду емая студентам (номера из списка)	За дания по самост оятель ной работе студен тов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)		
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС					
1	2	3	5	6	7	8	9	10		
1.	<b>Модуль 1.</b> Наиболее широко применяемые дифракционные методы исследования структуры твердых тел: рентгенография, нейтронография, электронография. Особенности этих методов, их сравнительная характеристика.		2			5	[1]: Гл. X! [5] : §1.1	[2] : §56	Устный опрос	
2.	Физика рентгеновских лучей. Получение рентгеновских лучей. Рентгеновские трубки. Механизм возникновения и свойства сплошного рентгеновского излучения. Распределение интенсивности сплошного излучения. Факторы, влияющие на интенсивность сплошного рентгеновского излучения. Рентгеновские аппараты					2	5	[1]: Гл.1, 2 [3] : §2,7-10 [5] : §1.2, 1.3, 1.4.1	[2] : §58	Устный опрос
3.	Механизм возникновения и свойства характеристического излучения. Тонкая структура характеристических спектров. Правила отбора и диаграмма переходов. Вторичные спектры. Флюоресценция. Применение вторичного излучения..		2				5	[1]: Гл.1 §4 [3] : §3	[5] : §1.4.2, 1.5	Устный опрос

4.	Поглощение рентгеновских лучей веществом. Коэффициенты поглощения, их зависимость от длины волны и порядкового номера элемента поглотителя, скачки поглощения. Понятие о классической и квантовой теории поглощения. Фильтры.		2		15	[1]: гл.1 § 5 [3] : §4-6	[5] : §1.6-1.8	Устный опрос Проверка отчетов, тестирование
5	<b>Модуль 2.</b> Рассеяние рентгеновских лучей упорядоченной системой атомов. Уравнение Вульфа-Брэггов. Интерференционная функция Лауэ. Анализ интерференционной функции Лауэ. Условия интерференции, выраженные через вектор обратной решетки. Рассеяние рентгеновских лучей кристаллами со сложным базисом. Структурный фактор. Правила погасания. Расчет структурного фактора для простейших структур.	4	2	10	20	[4] : Гл.4 [3] : §1, 15-19, 27-30	[2]:Гл. 3 §1-4 [5] §2.2-2.6	Устный опрос Проверка отчетов,
6	Рассеяние рентгеновских лучей свободным электроном. Множитель Томпсона. Рассеяние рентгеновских лучей одноэлектронным атомом. Рассеяние рентгеновских лучей многоэлектронным атомом. Атомный фактор рассеяния	2	2		15	[3] : §31 [4] : Гл.3§6	[2] : Гл.1§1-3 [5] : §2.1, 2.8	Устный опрос Проверка отчетов
7	Влияние тепловых колебаний атомов на интенсивность рассеянного рентгеновского излучения. Фактор Дебая-Валлера..	2	2		10	[4] : Гл.5 [3] : §32	[2]Гл.4 :§1-3 [5] : §2.9	Устный опрос Проверка отчетов

8	Геометрический и абсорбционный факторы интенсивности рассеяния рентгеновского излучения. Фактор повторяемости	2	2		10	[3] : §33-36	[5] : §2.10,2.11	Устный опрос Проверка отчетов, тестирование
9	<b>Модуль 3.</b> Методы исследования монокристаллов. Метод Лауэ. Возникновение интерференционной картины в методе Лауэ в прямом и обратном пространствах. Круг задач, решаемых с помощью метода Лауэ. Условия съемки лауэграмм и эпиграмм. Геометрия интерференционной картины. Гномоническая проекция. Зональные кривые. Особенности расположения пятен на лауэграммах. Определение ориентировки монокристалла по лауэграммам и эпиграммам.	2	1	8	7	[1]:Гл.5 § 1-3: [3] : §38-39,15-19	[4] : Гл.6	Устный опрос
10	Метод Дебая – Шерера. Возникновение интерференционной картины в методе Дебая. Индексирование дебаграмм. Круг задач, решаемых с помощью метода Дебая.		1	8	5	[1]:Гл.5 § 1-3: [3] : §45-49	[4] : Гл.6	Устный опрос Проверка отчетов
11	Метод вращения. Геометрия интерференционной картины. Определение периода идентичности по рентгенограмме вращения. Индексирование рентгенограмм вращения.		1	8	5	[1]:Гл.5 § 1-3: [3] : §40-44	[4] : Гл.6	Устный опрос Проверка отчетов
12	Электроннографический метод исследования структуры. Его достоинства и недостатки. Области применения.и		1		5	[1]:Гл.11 § 2	[3] : §98	Устный опрос

13	Нейтроннографический метод исследования структуры. Области его применения и особенности	2			5	[1]:Гл.11 § 3	[3] : §99	Устный опрос Проверка отчетов, тестирование
	<b>ИТОГО</b>	36	18	18	106			

**Рейтинг-планы дисциплины**  
**«Основы рентгеновской дифрактометрии»**  
 Направление 28.03.03 «Наноматериалы»  
 курс 3 семестр 5

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Собеседование, допуск к лабораторной работе, выполнение работы.	0-5	2	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
Защита отчета по лабораторной работе, тестирование	0-10	1	0	10
<b>Всего баллов за модуль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Собеседование, допуск к лабораторной работе, выполнение работы.	0-5	2	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
Защита отчета по лабораторной работе, тестирование	0-10	1	0	10
<b>Всего баллов за модуль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
<b>Модуль 3</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Собеседование, допуск к лабораторной работе, выполнение работы.	0-5	4	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
Защита отчета по лабораторной работе, тестирование	0-10	1	0	10
<b>Всего баллов за модуль</b>				<b>30</b>
<b>Итоговой контроль (экзамен)</b>				<b>30</b>
<b>Всего баллов</b>				<b>100</b>

**ИТОГО за семестр  
по видам контроля:**

Текущий контроль.  
Собеседование, защита отчет по лабораторной работе –  
**40 баллов**

**Всего по текущему контролю – 40 баллов**  
(40% общей рейтинговой оценки)

Рубежный контроль.

1 Выполнение теста – **30 баллов.**

**Всего по рубежному контролю – 30 баллов**