

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

### Рентгеноструктурный анализ материалов

Направление подготовки: 28.03.02 - Наноинженерия

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Шайхуллина Р.М. (Кафедра физики НИ, Отделение информационных технологий и энергетических систем), RMsShajhullina@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования
ПК-4	способностью осуществлять подготовку данных для составления обзоров и отчетов

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- физические основы методов рентгеноструктурного анализа;

Должен уметь:

- использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; решать типовые задачи по рентгеноспектральному анализу, используя методы математического (статистического) анализа; использовать законы рентгенографии при анализе и решении проблем исследования материала;

Должен владеть:

-навыками интерпретирования результатов рентгеноструктурного анализа с привлечением информационных баз данных;

-навыками осознанного использования дифракционных методов в исследовательской работе и интерпретации результатов рентгеноструктурного анализа с привлечением баз данных.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.1 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.02 "Наноинженерия ()" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы) на 252 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 144 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Физика рентгеновского					

излучения.

---

6

2

6

2

20

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Основы рентгеноструктурного анализа.	6	2	6	6	20
3.	Тема 3. Основы теории симметрии кристаллов.	6	2	6	2	20
4.	Тема 4. Основы теории рассеяния рентгеновских лучей.	6	2	4	0	20
5.	Тема 5. Основы теории дифракции рентгеновских лучей в кристаллах.	6	4	6	2	20
6.	Тема 6. Методы и аппаратура рентгеноструктурного анализа.	6	4	6	6	20
7.	Тема 7. Изучение рентгенограмм материалов.	6	2	2	0	24
	Итого		18	36	18	144

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Физика рентгеновского излучения.

Физика рентгеновского излучения.

Природа и свойства 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.

### Тема 2. Основы рентгеноструктурного анализа.

Спектры рентгеновских лучей.

Характеристическое излучение: механизм возникновения, спектр и его особенности, серии линий. Закон Мозли.

Поглощение рентгеновского излучения веществом: основной закон ослабления лучей,

коэффициент ослабления, зависимость от длины волны. Практические приложения рентгеноспектрального анализа.

### Тема 3. Основы теории симметрии кристаллов.

Основы теории симметрии кристаллов.

Твердые тела. Моно- и поликристаллы. Кристаллическая решетка. Характеристики. Типы. Решетки Бравэ. Кристаллографические системы. Элементы симметрии кристалла.

Ионные кристаллы. Атомные кристаллы. молекулярные кристаллы. Координационное число. Дефекты кристаллической решетки.

### Тема 4. Основы теории рассеяния рентгеновских лучей.

Основные элементы кинематической теории рассеяния рентгеновских лучей.

Два типа рассеяния рентгеновских лучей: когерентное и некогерентное. Неупругое рассеяние рентгеновских лучей. Тепловое диффузное рассеяние. Упругое рассеяние рентгеновских лучей. Рассеяние поляризованного излучения электроном. Рассеяние электроном неполяризованного излучения. поляризационный фактор. рассеяние рентгеновских лучей атомами. Атомный фактор рассеяния.

### Тема 5. Основы теории дифракции рентгеновских лучей в кристаллах.

Теория дифракции рентгеновских лучей в кристаллах.

Дифракция и поляризация рентгеновских лучей

Уравнение Вульфа-Брегга. Дифракционные индексы обратной решетки. Построение Эвальда. Поляризация рассеянного излучения. Функция атомного рассеяния. Фурье-образ распределения электронной плотности атома. Его зависимость от длины волны, угла рассеяния, атомного номера рассеивающего вещества. Понятие об атомном рассеянии. Рассеяние ячейкой кристалла.

### Тема 6. Методы и аппаратура рентгеноструктурного анализа.

Принципы методов рентгеноструктурного анализа. Аппаратура для рентгеноструктурных исследований. Основные узлы. Типы рентгеновских камер. Устройство рентгеновской трубки. Качественный фазовый анализ в фотографическом и дифрактометрическом вариантах. Метод Лауэ. Метод вращения. Метод широко расходящегося пучка (метод Косселя). Метод Дебая-Шеррера. Основные этапы установления структуры кристаллов. Радиационная безопасность.

### Тема 7. Изучение рентгенограмм материалов.

16. Получение дифракционной картины от поликристаллического образца. Расчет рентгенограммы. Идентификация фазы. Международная рентгенометрическая картотека JCPDS-ASTM, рентгенометрический определитель минералов, электронные рентгенометрические базы данных. Получение рентгендифракционного спектра от смеси двух веществ. 18. Анализ структуры аморфных веществ и металлических расплавов методами рентгеновской дифрактометрии. Структура аморфных металлов и сплавов. Анализ структурных изменений в металлах при деформации и последующем отжиге. Рентгеноанализ остаточных напряжений.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

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

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

### 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

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

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 6</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Лабораторные работы	ОПК-1	1. Физика рентгеновского излучения. 2. Основы рентгеноструктурного анализа. 6. Методы и аппаратура рентгеноструктурного анализа. 7. Изучение рентгенограмм материалов.
2	Презентация	ОПК-1	2. Основы рентгеноструктурного анализа. 3. Основы теории симметрии кристаллов. 4. Основы теории рассеяния рентгеновских лучей. 5. Основы теории дифракции рентгеновских лучей в кристаллах. 6. Методы и аппаратура рентгеноструктурного анализа.
3	Устный опрос	ОПК-1	2. Основы рентгеноструктурного анализа. 5. Основы теории дифракции рентгеновских лучей в кристаллах. 7. Изучение рентгенограмм материалов.
	<i>Экзамен</i>	ОПК-1, ПК-4	

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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 6</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
Презентация	Превосходный уровень владения материалом. Высокий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Используются надлежащие источники и методы.	Хороший уровень владения материалом. Средний уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Удовлетворительный уровень владения материалом. Низкий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы частично соответствуют поставленным задачам.	Неудовлетворительный уровень владения материалом. Неудовлетворительный уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы не соответствуют поставленным задачам.	2
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

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

#### Семестр 6

#### Текущий контроль

##### 1. Лабораторные работы

Темы 1, 2, 6, 7

Лабораторная работа ♦1. Изучение основных характеристик лазерного излучения.

Лабораторная работа ♦2. Применение рентгеновского излучения. Люминесцентный микроскоп ЛЮМАМ.

Лабораторная работа ♦3. Изучение спектра атома водорода.

Лабораторная работа ♦4. Изучение устройства и принципа работы рентгеновского аппарата LD Didactic;

Лабораторная работа ♦5. Определение постоянной решетки кубической сингонии методом Де-бая-Шерера (порошка).

Лабораторная работа ♦6. Отражение Брэгга: определение постоянной решетки монокристаллов.

Лабораторная работа ♦7. Сканирование методом Дебая-Шерера: определение расстояния между плоскостями кристаллической решетки.

Лабораторная работа ♦8. Рентгенофлуоресцентный анализ.

Лабораторная работа ♦9. Сравнительный анализ спектра от времени экспозиции.

Лабораторная работа ♦10. Флюоресценция люминесцентного экрана вследствие воздействия рентгеновских лучей.

##### 2. Презентация

Темы 2, 3, 4, 5, 6

1. Предмет РСА. Природа рентгеновских лучей. Свойства. Схема опыта Лауэ.

2. Классические и квантово-механические представления о рентгеновских лучах.

3. Рентгеновские спектры: сплошной и линейчатый.

4. Основные элементы кинематической теории рассеяния рентгеновских лучей.

5. Типы рассеяния рентгеновских лучей: когерентное и некогерентное. Упругое, неупругое. Тепловое диффузное.

6. Рассеяние рентгеновских лучей атомами. Атомный фактор рассеяния. Его свойства.

7. Рассеяние рентгеновских лучей кристаллом в рамках кинематической теории дифракции. Структурная амплитуда.
8. Интенсивность рассеяния элементарной ячейкой кристалла. Интегральная интенсивность и фактор Лоренца.
9. Интенсивность отражения рентгеновских лучей от поликристаллического образца.
10. Принципы методов рентгеноструктурного анализа.
11. Аппаратура для рентгеноструктурных исследований.
12. Методы рентгеноструктурного анализа. Метод Лауэ. Метод Дебая-Шеррера.
13. Основные этапы установления структуры кристаллов.
14. Получение дифракционной картины от поликристаллического образца. Расчет рентгенограммы. Идентификация фазы.
15. Определение типа элементарной ячейки Бравэ и пространственной группы симметрии.
16. Анализ структуры аморфных веществ и металлических расплавов методами рентгеновской дифрактометрии.
17. Анализ структурных изменений в металлах при деформации и последующем отжиге. Рентгеноструктурный анализ остаточных напряжений.
18. Основные факторы опасности при работе на рентгеновских установках.

### 3. Устный опрос

Темы 2, 5, 7

1. Пространственная решетка, кристаллографические сингонии, элементарная ячейка и ее виды.
2. Кристаллографические индексы плоскостей, межплоскостное расстояние.
3. Условие дифракции рентгеновских лучей.
4. Методы приготовления образцов для дифрактометрических исследований.
5. Способы определения угла дифракции.
6. Способы определения интенсивности дифракционных максимумов.
7. Разделение рефлексов, полученных от  $K\alpha$ - и  $K\beta$ -излучения.
8. Связь между параметрами ячейки и межплоскостным расстоянием? квадратичные формы.
9. Методика индентификации дифрактограмм поликристаллов кубической сингонии.
10. Правила определения типа решетки Бравэ кристаллов кубической сингонии.

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Предмет РСА. Природа рентгеновских лучей. Свойства. Схема опыта Лауэ.
2. Классические и квантово-механические представления о рентгеновских лучах.
3. Рентгеновские спектры: сплошной и линейчатый.
4. Основные элементы кинематической теории рассеяния рентгеновских лучей.
5. Типы рассеяния рентгеновских лучей: когерентное и некогерентное. Упругое, неупругое. Тепловое диффузное.
6. Рассеяние рентгеновских лучей атомами. Атомный фактор рассеяния. Его свойства.
7. Рассеяние рентгеновских лучей кристаллом в рамках кинематической теории дифракции. Структурная амплитуда.
8. Интенсивность рассеяния элементарной ячейкой кристалла. Интегральная интенсивность и фактор Лоренца.
9. Интенсивность отражения рентгеновских лучей от поликристаллического образца.
10. Принципы методов рентгеноструктурного анализа.
11. Аппаратура для рентгеноструктурных исследований.
12. Методы рентгеноструктурного анализа. Метод Лауэ. Метод Дебая-Шеррера.
13. Основные этапы установления структуры кристаллов.
14. Получение дифракционной картины от поликристаллического образца. Расчет рентгенограммы. Идентификация фазы.
15. Определение типа элементарной ячейки Бравэ и пространственной группы симметрии.
16. Анализ структуры аморфных веществ и металлических расплавов методами рентгеновской дифрактометрии.
17. Анализ структурных изменений в металлах при деформации и последующем отжиге. Рентгеноструктурный анализ остаточных напряжений.
18. Основные факторы опасности при работе на рентгеновских установках.

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

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

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 6</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	30
Презентация	Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдаёт её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.	2	10
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	10
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

#### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

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

Матухин, В.Л., Ермаков, В.Л. Физика твердого тела [Электронный ресурс] / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков.- СПб.: Издательство "Лань", 2010. ? 224 с. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=262](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=262)

Храмов А.С., Лукьянов И.В. Рентгеноструктурный анализ поликристаллов. Часть IV. Учебно-методическое пособие для студентов Института Физики. [Электронный ресурс]. / А.С. Храмов, И.В. Лукьянов. - Казань: К(П)ФУ, 2010. ? 76 с. - [http://kpfu.ru/docs/F338463248/13\\_rsa4.pdf](http://kpfu.ru/docs/F338463248/13_rsa4.pdf)

2. Лебухов В. И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс] : учебник /Лебухов В. И., Окара А. И., Павлюченкова Л. П. Электрон. дан. СПб. : Лань, 2012. 480 с. - : [http://e.lanbook.com/books/element.php.pl1\\_id=4543](http://e.lanbook.com/books/element.php.pl1_id=4543)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вести конспектирование учебного материала.</li> <li>2. Обращать внимание на категории, формулировки, законы, раскрывающие содержание физических явлений и процессов.</li> <li>3. Обращать внимание на научные выводы и экспериментальные доказательства физических законов.</li> <li>4. Внимательно уяснить практическую направленность основных законов физики.</li> <li>5. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.</li> <li>6. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</li> </ol>
практические занятия	<p>В ходе практических занятий необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вникнуть в смысл и постановку вопроса. Установить все ли данные приведены для решения задачи.</li> <li>2. Каждую практическую задачу решить вначале в общем виде. Это позволит целенаправленно использовать физический закон по теме решаемой задачи.</li> <li>3. Провести численные математические расчеты и обязательно проверить правдоподобность полученных структурных физических величин.</li> <li>4. Провести анализ рентгенограмм на основе электронной базы данных.</li> </ol>
лабораторные работы	<p>Лабораторные работы</p> <p>Перед проведением лабораторной работы обязаны ознакомиться с техникой безопасности при выполнении данной работы и методическими указаниями к работе. При выполнении лабораторных работ необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сформулировать цель и задачи выполняемой работы</li> <li>2. Указать в отчете схему установки и рассказать принцип ее действия</li> <li>3. Записать результаты измерений в таблице и определить рабочие формулы расчетов</li> <li>4. Обработать результаты измерений согласно рабочих формул и представить данные в виде графиков, таблиц (приветствуется использование программ обработки экспериментальных измерений Origin, Excell). Рассчитать погрешности измерений</li> <li>5. Составить выводы по итогам выполненной работы. Провести сравнительный анализ с теоретическими данными</li> <li>6. По итогам выполнения работы составить отчет по вышеуказанным пунктам (приветствуется напечатанный вариант).</li> <li>7. Ответить на теоретические вопросы по теме работы.</li> </ol>
самостоятельная работа	<p>В ходе самостоятельной работы необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучить основную и дополнительную литературу по теме.</li> <li>2. Изучить и проработать лекционный материал, дополнив его собственным конспектом, полученным из рекомендованной преподавателем литературы.</li> <li>3. Изучить рекомендованные преподавателем электронные образовательные ресурсы, презентации по изучаемым разделам.</li> <li>4. Обратит особое внимание на постановку экспериментальных опытов, доказывающих физические законы в природе.</li> <li>5. В случае вопросов по изучаемому материалу- обращаться к преподавателю за разъяснениями.</li> </ol>

Вид работ	Методические рекомендации
устный опрос	<p>Подготовка к устному опросу</p> <p>Подготовка к опросу проводится в ходе самостоятельной работы студентов и включает в себя повторение пройденного материала по вопросам предстоящего опроса.</p> <p>Студент должен изучить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основную и дополнительную рекомендованную литературу, и информацию по теме, в том числе с использованием Интернет-ресурсов. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 3 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации студентом своей самостоятельной работы.</li> <li>2. Опрос предполагает устный ответ студента на один основной и несколько дополнительных вопросов преподавателя.</li> <li>3. Ответ студента должен представлять собой развернутое, связанное, логически выстроенное сообщение.</li> <li>4. При выставлении оценки преподаватель учитывает правильность ответа по содержанию, его последовательность, самостоятельность суждений и выводов, умение связывать теоретические положения с практикой, в том числе и с будущей профессиональной деятельностью.</li> </ol>
презентация	<p>При оформлении презентации необходимо соблюдать следующий порядок слайдов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Титульный слайд (организация, название работы, автор)</li> <li>2. Вводная часть (постановка проблемы, актуальность и новизна, на каких материалах базируется работа)</li> <li>3. Цели и задачи работы</li> <li>4. Методы, применяемые в работе, схема установки, техника эксперимента</li> <li>5. Основная часть, теория и возможности данного метода анализа</li> <li>6. Заключение (выводы)</li> <li>7. Список основных использованных источников</li> <li>8. Спасибо за внимание!</li> </ol>
экзамен	<p>Подготовка к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ознакомиться с перечнем вопросов для экзамена.</li> <li>2. Внимательно прочитать и осмыслить рекомендованную литературу, конспект лекций.</li> <li>3. Экзамен по предмету проходит в письменной форме и должен содержать: <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение основных физических, рентгеноспектральных величин (в аналитической и текстовой форме)</li> <li>- формулировку основных законов физики, спектроскопии (в аналитической и текстовой форме); при этом необходимо дать определение рентгеноструктурных величин, входящих в формулировку закона; рисунок, поясняющий ответ на вопрос.</li> </ul> </li> </ol>

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 28.03.02 "Наноинженерия"

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.1 Рентгеноструктурный анализ материалов

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 28.03.02 - Наноинженерия

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Основная литература:**

1. Савельев И. В. Курс общей физики [Текст] = A Course in general physics : в 3-х томах / И. В. Савельев . 11-е изд., стер . Санкт-Петербург : Лань, 2011 . Т. 1 : Механика. Молекулярная физика . 432 с : ил. (Учебники для вузов. Специальная литература) . Гриф НМС . В пер .ISBN 978-5-8114-0630-2 (98 экз.)
2. Вафин Д. Б. Физика [Текст] учеб. пособие для студ. инженерных спец./ Д. Б. Вафин. - 2-е изд., доп. - Казань: Изд-во МОиН РТ, 2010. - Ч. I. - 316 с.: ил. - Библиогр.: с. 300. - ISBN 978-5-4233-0033-5. (100 экз.).
3. Кузнецов С. И. Курс физики с примерами решения задач. 'Физика конденсированного состояния' [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. И. Кузнецов, Н. А. Тимченко. - Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2011. - 47 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=417650>
4. Курс физики: Учебное пособие / В.Г. Хавруняк. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-006395-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/375844>
5. Матухин, В.Л., Ермаков, В.Л. Физика твердого тела [Электронный ресурс] / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. - СПб.: Издательство 'Лань', 2010. - 224 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=262](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=262)

**Дополнительная литература:**

1. Савельев И. В. Курс общей физики [Текст]. Т. 3, Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебник для вузов: в 3 т. / И. В. Савельев. - Санкт-Петербург: Лань, 2008. - 320 с. (98 экз.)
2. Фетисов Г. В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ. [Электронный ресурс] / Фетисов Г. В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108058.html>
3. Храмов А.С., Лукьянов И.В. Рентгеноструктурный анализ поликристаллов. Часть IV. Учебно-методическое пособие для студентов Института Физики. [Электронный ресурс]. / А.С. Храмов, И.В. Лукьянов. - Казань: К(П)ФУ, 2010. - 76 с. Режим доступа: - [http://kpfu.ru/docs/F338463248/13\\_rsa4.pdf](http://kpfu.ru/docs/F338463248/13_rsa4.pdf)
4. Демидченко В. И. Физика [Электронный ресурс] : учебник / В. И. Демидченко, И. В. Демидченко. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2016. - 581 с. - ISBN:978-5-16-010079-1. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=469821>.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.1 Рентгеноструктурный анализ материалов

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 28.03.02 - Наноинженерия

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.