

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

А.М. Лихтер
«11» апреля 2024 г

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой <наименование
кафедры>

С.А. Тишкова
«11» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Дифракционный структурный анализ»

Составитель(и)

Смирнов Владимир Вячеславович
д.п.н., к.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры
ТМиПИ

Направление подготовки
Направленность (профиль) /
специализация ОПОП
Квалификация (степень)

**03.00.02 Физика
Инженерная физика**

Форма обучения

очная,

Год приёма

2022

Курс

3

Семестр(ы)

5

Астрахань – 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИФРАКЦИОННЫЙ СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ»

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) «Дифракционный структурный анализ» являются:

- фундаментальная подготовка дипломированных специалистов в области современных методов исследования атомно-кристаллической структуры материалов;
- формирование у студентов умений экспериментального исследования физических явлений и процессов;
- изучения теоретических и экспериментальных методов анализа физических явлений;

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля) «Дифракционный структурный анализ» являются:

- обучение студентов грамотному применению положений фундаментальной физики к научному анализу ситуаций, с которыми бакалавру приходится сталкиваться при создании новой техники и технологий;
- выработка у студентов основ естественнонаучного мировоззрения и ознакомления с историей развития физики и основных её открытий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ «ДИФРАКЦИОННЫЙ СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ» В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Дифракционный структурный анализ» относится к обязательным дисциплинам вариативной части Б1.В.06.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):

«Математика» (математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра, векторный и тензорный анализ, теория функций комплексного переменного, дифференциальные уравнения), «Информатика» (вычислительная физика, численные методы и математическое моделирование), электрические и магнитные измерения, модуль «Общая физика», «Общезадачный практикум», «Введение в ФКС».

Знать: основы математического анализа, теории функций комплексной переменной, векторного и тензорного анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, вариационного исчисления, теории вероятностей и математической статистики; основные положения теории информации; теоретические основы, основные понятия, законы и модели механики, молекулярной физики, электричества и магнетизма, оптики, атомной физики; теоретические основы, основные понятия, законы и модели теоретической механики, теории колебаний и волн, квантовой механики, термодинамики и статистической физики, методов теоретических и экспериментальных исследований в физике.

Уметь: использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов; использовать информационные технологии для решения физических задач; понимать, излагать и критически анализировать базовую общезадаческую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики;

Владеть навыками:

- использования математического аппарата для решения физических задач;
- использования информационных технологий для решения физических задач;
- техники эксперимента, методами обработки и анализа экспериментальной и

теоретической физической информации

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

полученные знания, умения, навыки и сформированные на их основе компетенции являются основой для:

освоения курсов ФКС, квантовой теории, квантовой теории твердых тел, физики реального кристалла;

выполнения выпускной квалификационной работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

ПК-5 Способность применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин

Таблица 1 – Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать	Уметь	Владеть
ПК-5	ИПК-5.1.1 знать фундаментальные понятия, законы и теории, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ИПК-5.2.1 уметь применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ИПК-5.3.1 владеть фундаментальными понятиями и законами, полученными при освоении профильных физических дисциплин

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объем дисциплины «Дифракционный структурный анализ» составляет 3 зачетных единиц, в том числе 57 часа, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 19 часов – лекции, 19 часов – практические, семинарские занятия), и 70 часов – на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2 – Структура и содержание дисциплины (модуля) «Дифракционный структурный анализ»

Наименование радела (темы)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самост. работа		Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Тема 1. Становление и этапы развития рентгеноструктурного анализа.	5	1	1			3	контрольная работа, зачет
Тема 2. Сплошной спектр рентгеновского излучения.	5	1	1			3	
Тема 3. Характеристический спектр.	5	1	1			3	
Тема 4. Виды взаимодействия.	5	1	1			3	
Тема 5. Поглощение рентгеновских лучей.	5	1	1			3	
Тема 6. Элементы кристаллографии.	5	1	1			4	контрольная работа, зачет
Тема 7. Обратная решетка	5	1	1			4	
Тема 8. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах.	5	1	1			4	
Тема 9. Рассеяние рентгеновских лучей атомом, группой атомов.	5	1	1			4	
Тема 10. Кинематическая теория интерференции рентгеновских лучей в кристаллах.	5	1	1			4	контрольная работа,зачет
Тема 11. Симметрия кристаллов.	5	1	1			4	
Тема 12. Структура кристаллов.	5	1	1			4	
Тема 13. Методы анализа монокристаллов.	5	1	1			4	
Тема 14. Принципы работы рентгенгонометров.	5	1	1			4	
Тема 15. Порошковые методы (практические приложения).	5	1	1			4	
Тема 16. Элементы общей теории дифракции и примеры исследования реальных кристаллов	5	1	1			4	
Тема 17. Интенсивность диффузного рассеяния на несовершенных кристаллах.	5	1	1			4	контрольная работа, зачет
Тема 17. Качественный фазовый анализ.	5	1	1			4	
Тема 19. Нейтронография.	5	1	1			4	
ИТОГО		19	19			70	

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, семинары, ЛР – лабораторные работы; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

Таблица 3 – Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

<i>ТЕМЫ, РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ</i>	<i>КОЛ-ВО ЧАСОВ</i>	<i>Компетенции</i>
		ПК-5
Тема 1. Становление и этапы развития рентгеноструктурного анализа.	5	+
Тема 2. Сплошной спектр рентгеновского излучения.	5	+
Тема 3. Характеристический спектр.	5	+
Тема 4. Виды взаимодействия	5	+
Тема 5. Поглощение рентгеновских лучей.	5	+
Тема 6. Элементы кристаллографии.	6	+
Тема 7. Обратная решетка.	6	+
Тема 8. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах.	6	+
Тема 9. Рассеяние рентгеновских лучей атомом, группой атомов	6	+
Тема 10. Кинематическая теория интерференции рентгеновских лучей в кристаллах.	6	+
Тема 11. Симметрия кристаллов.	6	+
Тема 12. Структура кристаллов.	6	+
Тема 13. Методы анализа монокристаллов..	6	+
Тема 14. Принципы работы рентгенгонометров.	6	+
Тема 15. Порошковые методы (практические приложения).	6	+
Тема 16. Элементы общей теории дифракции и примеры исследования реальных кристаллов	6	+
Тема 17. Интенсивность диффузного рассеяния на несовершенных кристаллах.	5	+
Тема 18. Качественный фазовый анализ.	6	+
Тема 19. Нейтронография.	5	+
<i>ИТОГО</i>	<i>108</i>	

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Тема 1. Становление и этапы развития рентгеноструктурного анализа. Основные понятия физики рентгеновских лучей. Природа рентгеновского излучения. Преломление рентгеновских лучей и его практическое использование. Поляризация рентгеновских лучей. Интенсивность рентгеновского излучения (определение).

Тема 2. Сплошной спектр рентгеновского излучения. Энергия спектра. Граничная частота. Спектральная плотность. Факторы, влияющие на интенсивность сплошного спектра.

Тема 3. Характеристический спектр. Получение характеристического излучения. Закон Мозли. Интенсивность характеристического излучения. (домашнее задание)

Тема 4. Виды взаимодействия. Когерентное рассеяние. Некогерентное рассеяние. Рентгеновская флюоресценция. Фотоэффект. Механизмы рассеяния и поглощения рентгеновских лучей. Закон ослабления рентгеновских лучей. Линейный, массовый, атомный коэффициенты ослабления. Связь между ними.

Тема 5. Поглощение рентгеновских лучей. Массовый коэффициент поглощения, его физический смысл. Зависимость массового коэффициента поглощения от порядкового номера элемента и длины волны. Край (скачок) полосы поглощения. Расчет коэффициентов поглощения. Метод эталона. Метод стандартного примешивания. Выбор излучения. Фильтры для рентгеновского излучения. Физиологическое действие рентгеновского излучения. (домашнее задание).

Тема 6. Элементы кристаллографии. Основные законы кристаллографии. Макроскопические и микроскопические характеристики кристаллов. Решетка и структура кристаллов. Кристаллографические проекции. Пространственная решетка. Кристаллографические символы.

Тема 7. Обратная решетка. Вектор обратной решетки. Свойства вектора обратной решетки. Матрица ортогонального преобразования. Основные формулы структурной кристаллографии. Области Вороного, ячейки Вигнера-Зейтца, зоны Бриллюэна.

Тема 8. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах.

Когерентное рассеяние рентгеновских лучей – основа рентгеноструктурного анализа. Рассеяние свободным электроном. Формула Томсона. Понятие рассеивающей способности объекта. Интерференция. Дифракционный эффект.

Тема 9. Рассеяние рентгеновских лучей атомом, группой атомов. Атомная амплитуда, атомный фактор. Понятие электронной плотности. Понятие рассеивающего центра. Обратное пространство и дифракция рентгеновских лучей на кристаллах.

Тема 10. Кинематическая теория интерференции рентгеновских лучей в кристаллах. Интерференционная функция Лауэ и ее анализ. “Отражение” рентгеновских лучей по Брэггу. Геометрическое толкование условий интерференции с помощью обратной решетки. Обратная решетка как поле интерференционных функций. Сфера Эвальда. Представление моно-, поликристаллов и текстур в обратном пространстве и вид их рентгенограмм. Кинематическое и динамическое приближения в теории дифракции.

Тема 11. Симметрия кристаллов. Поворотные оси симметрии. Инверсионные оси. Зеркально-поворотные оси. Элементы теории групп. Точечные группы симметрии. Пространственные группы. Предельные группы симметрии.

Тема 12. Структура кристаллов. Плотнейшие упаковки в структурах. Структурные типы кристаллов химических элементов. Сверхструктуры в твердых растворах замещения. Основные типы решетки Браве.

Тема 13. Методы анализа монокристаллов.

Метод Лауэ. Лауэграмма и обратная решетка. Лауэграммы как метод гониометрического изучения неограниченных кристаллов. Рентгенограммы вращения и качания. Возникновение слоевых линий. Слойные линии первого и второго рода.

Тема 14. Принципы работы рентгенгониометров. Вейсенберговские развертки нулевой и n -ой слоевых линий. Получение неискаженного изображения плоской обратной решетки. Камера КФОР и работа с ней. Косселеграммы, псевдокосселеграммы и их применение для прецизионных измерений параметров элементарной ячейки.

Тема 15. Порошковые методы (практические приложения).

Дифрактометрия текстурированных объектов. Определение ориентировки в случае аксиально-симметричной текстуры. Исследование ориентировки кристаллов в случае неаксиальной текстуры. Полусные фигуры.

Тема 16. Элементы общей теории дифракции и примеры исследования реальных кристаллов

Амплитуда и интенсивность излучения, рассеянного на объекте с произвольной структурой. Функция интерференции. Среднее значение интенсивности и функции интерференции. Идеальные структурные мотивы и структура реальных кристаллов. Дифракция излучения на однородных конечных объектах. Фактор формы. Дифракция на неупорядоченных смешанно-слоистых кристаллах. Различные виды структурных несовершенств и их отражение в дифракции.

Тема 17. Интенсивность диффузного рассеяния на несовершенных кристаллах. Тепловое движение атомов в кристаллах и его влияние на дифракцию. Тепловое диффузное рассеяние. Экспериментальные приемы определения характеристической температуры дифракционными методами.

Тема 18. Качественный фазовый анализ.

Качественный фазовый анализ. Картотека JCPDS. Методы количественного фазового анализа. Чувствительность фазового анализа.

Тема 19. Нейтронография.

Особенности рассеяния нейтронов кристаллами. Конструкция нейтронного дифрактометра. Получение нейтронограмм и основные области применения нейтронографии. Структурная и магнитная нейтронографии.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

При разработке учебных программ по ФГОС-3 поколения предполагается использование кроме традиционных форм проведения занятий также активные и интерактивные формы. При этом студенты глубже понимают учебный материал, память также акцентируется на проблемных ситуациях, что способствует запоминанию учебного материала.

В процессе обучения необходимо обращать внимание в первую очередь на те методы, при которых слушатели идентифицируют себя с учебным материалом, включаются в изучаемую ситуацию, побуждаются к активным действиям, переживают состояние успеха и соответственно мотивируют свое поведение. Всем этим требованиям в наибольшей степени отвечают интерактивные методы обучения.

Учебный процесс, опирающийся на использование интерактивных методов обучения, организуется с учетом включенности в процесс познания всех студентов группы без исключения. Совместная деятельность означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, в ходе работы идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Организуются индивидуальная, парная и групповая работа, используется проектная работа, ролевые игры, осуществляется работа с документами и различными источниками информации. Интерактивные методы основаны на принципах взаимодействия, активности обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи. Создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью, взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля.

Ведущий преподаватель вместе с новыми знаниями ведет участников обучения к самостоятельному поиску. Активность преподавателя уступает место активности студентов, его задачей становится создание условий для их инициативы. Преподаватель отказывается от роли своеобразного фильтра, пропускающего через себя учебную информацию, и выполняет функцию помощника в работе, одного из источников информации.

На кафедре отработана специальная методика чтения лекций, соответствующая современным требованиям компетентностного подхода. При разработке таких лекций для разных дисциплин закладываются общие подходы, которые включают:

- выявление проблем и противоречий, которые диктуются условиями производства;
- системный подход, предполагающий декомпозицию сложной проблемы на самостоятельные более простые блоки;
- оценка возможности моделирования производственных ситуаций и оптимизация решений на модели.

Организационно такая форма изучения материала реализуется в следующей последовательности:

- на первом занятии все учебные материалы (включая лекции) выдаются студентам в электронном виде;

- весь учебный материал разделяется на блоки (темы);
- студенты изучают материалы по темам самостоятельно (самостоятельная работа по подготовке к занятиям);

- на занятиях по расписанию преподаватель обучает студентов группы в активной или интерактивной формах, используя подробную презентацию с примерами и проблемными ситуациями;

- в активной форме студенты под руководством преподавателя обосновывают оптимальное решение поставленной задачи. Материал в теоретической постановке преподаватель разобрал в первой части занятия, пример задания такого вида могут быть:

спланировать и провести эксперимент по дифракции электронов на кристаллической структуре;

спланировать и провести исследование характеристического рентгеновского излучения различных материалов с помощью дифракции на монокристаллах.

- **часть занятий в группе по итогам самостоятельного освоения нескольких тем** проводится в интерактивной форме, при этом формируется проблемная творческая задача, которая не имеет однозначного решения. Студенты делятся на 3...4 группы, выдается общее задание, но задаются различные варианты решения задачи, каждая группа анализирует предложенное решение, корректирует его и защищает перед студентами других подгрупп. Преподаватель выполняет роль рецензента. Задание желательно формировать на основе ситуаций, которые рассматривались при проведении нескольких занятий в активной форме. Задания такого типа могут носить такой же вид

спланировать и провести эксперимент по исследованию структуры монокристалла NaCl с помощью немонохроматического рентгеновского излучения;

спланировать и провести эксперимент по изучению эффекта Комптона с помощью рентгеновского излучения. Определение комптоновской длины волны.

При проведении лекционных занятий преподаватель должен объяснить студентам значение компетентностного подхода для формирования современного специалиста, сформировать основные компетенции по специальности и показать пути их освоения на лабораторных, практических занятиях, а также при курсовом и дипломном проектировании.

Интерактивные лекционные занятия проводятся в следующей форме.

1. Лекция-беседа

В названном виде занятий планируется диалог с аудиторией, это наиболее простой способ индивидуального общения, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента, который позволяет:

- привлекать к двухстороннему обмену мнениями по наиболее важным вопросам темы занятия;

- менять темп изложения с учетом особенности аудитории.

Участие (внимание) слушателей в данной лекции обеспечивается путем вопросно-ответной беседы с аудиторией (постановка проблемного задания).

В начале лекции и по ходу ее преподаватель задает слушателям вопросы не для контроля усвоения знаний, а для выяснения уровня осведомленности по рассматриваемой проблеме.

Вопросы могут быть элементарными: для того, чтобы сосредоточить внимание, как на отдельных нюансах темы, так и на проблемах.

Продумывая ответ, студенты получают возможность самостоятельно прийти к выводам и обобщениям, которые хочет сообщить преподаватель в качестве новых знаний.

Необходимо следить, чтобы вопросы не оставались без ответа, иначе лекция будет носить риторический характер.

В форме лекции-беседы рекомендуется проводить занятия, в которых **необходимо связать** уже имеющиеся знания, например, **предшествующих разделов физики** с излагаемым материалом.

В лекции с эвристическими элементами также присутствуют элементы **лекции-беседы**.

2. Лекция с эвристическими элементами.

В переводе с греческого «эврика» означает «нашел», «открыл». Исходя из этого, в процессе изложения учебного материала перед студентами ставится задача и они, опираясь на имеющиеся знания, должны:

- найти собственное (индивидуальное, коллективное) решение;
- сделать самостоятельное открытие;
- принять самостоятельное, логически обоснованное решение.

Планирование данного типа лекции требует от преподавателя заранее подобранных задач с учетом знаний аудитории.

3. Лекция с элементами обратной связи.

В данном случае подразумевается изложение учебного материала и использование знаний по смежным предметам (межпредметные связи) или по изученному ранее учебному материалу. Обратная связь устанавливается посредством ответов студентов на вопросы преподавателя по ходу лекции. Чтобы определить осведомленность студентов по излагаемой проблеме, в начале какого-либо раздела лекции задаются необходимые вопросы.

Если студенты правильно отвечают на вводный вопрос, преподаватель может ограничиться кратким тезисом или выводом и перейти к следующему вопросу.

Если же ответы не удовлетворяют уровню желаемых знаний, преподаватель сам излагает подробный ответ, и в конце объяснения снова задает вопрос, определяя степень усвоения учебного материала.

Если ответы вновь демонстрируют низкий уровень знаний студентов – следует изменить методику подачи учебного материала.

В форме лекции с элементами обратной связи рекомендуется проводить занятия, в которых **необходимо связать** уже имеющиеся знания, с излагаемым материалом. Например:

сведения о затмении Солнца и Луны с астрономическими способами измерения скорости света.

4. Лекция с решением производственных и конструктивных задач.

Такая лекция представляет собой разновидность проблемной системы обучения.

Производственная задача – это ситуация, которая кроме материала для анализа (изучения) должна содержать проблему, решение которой предполагает значительный объем знаний, полученных на предыдущих занятиях по данному и по другим предметам.

Такой метод способствует совершенствованию навыков работы с полученной информацией и развитию логического мышления, а также самостоятельному поиску необходимой информации.

5. Лекция с элементами самостоятельной работы студентов.

Представляет собой разновидность занятий, когда после теоретического изложения материала требуется практическое закрепление знаний (именно по данной теме занятий) путем самостоятельной работы над определенным заданием. Оптимально для применения на лекциях по спецпредметам.

Очень важно при объяснении выделять основные, опорные моменты опираясь на которые, студенты справятся с самостоятельным выполнением задания. Следует обратить внимание и на часто встречающиеся (возможные) ошибки при выполнении данной самостоятельной работы.

6. Лекция с решением конкретных ситуаций.

Организация активной учебно-познавательной деятельности построена на анализе конкретных ситуаций (микроситуации и ситуации-проблемы).

Микроситуация выражает суть конфликта, или проблемы с весьма схематичным обозначением обстоятельств. Требуется от студентов новых самостоятельных выводов, обобщений, заостряет внимание на изучаемом материале (примерами могут служить примерами микроситуации, происходящие в процессе лекционного материала).

Ситуации-проблемы, или ситуации, в которых студентам предлагается не только дать анализ сложившейся обстановки, но и принять логически обоснованное решение, т.е. решить ситуационную задачу.

Преподаватель должен продумать, что дано, что требуется сделать в данной ситуации? Характер вопросов может быть следующим:

1. В чем заключается проблема?
2. Можно ли ее решить?
3. Каков путь решения, т.е. каково решение исследовательской задачи.

Важно понимать! Ситуационная задача является источником творческого мышления: от простого словесного рассуждения - к практическому решению задачи.

7. Лекция с коллективным исследованием

По ходу излагаемого материала студентам предлагается совместно вывести то или иное правило, комплекс требований, определить закономерность на основе имеющихся знаний.

Подводя итог рассуждениям, предложениям студентов, преподаватель дает правильное решение путем постановки необходимого вопроса, например: от чего зависит качество изделия, от чего зависит прочность, от чего зависит экономичность?

8. Групповая консультация.

Разъяснение является основным содержанием данной формы занятий, наиболее сложных вопросов изучаемого программного материала. Цель – максимальное приближение обучения к практическим интересам с учетом имеющейся информации и является результативным материалом закрепления знаний.

Групповая консультация проводится в следующих случаях:

- когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;
- с целью оказания помощи в самостоятельной работе (написание рефератов, выполнение курсовых работ, сдача экзаменов, подготовка технических конференций);
- если студенты самостоятельно изучают нормативный, справочный материал, инструкции, положения;
- при заочной форме обучения – обзорные занятия, индивидуальные консультации.

После лекции другими не менее важными формами учебной работы в высшем учебном заведении являются групповые практические, семинарские, лабораторные занятия. Эти виды учебных занятий служат для дальнейшего уяснения и углубления сведений, полученных на лекциях, а так же для приобретения навыков применения теоретических знаний на практике. А контроль полученных студентом в течение учебного года знаний и навыков осуществляется посредством промежуточной аттестации, которая проводится в соответствии с учебным планом и учебными программами в форме сдачи курсовых работ или проектов, экзаменов и зачетов.

Промежуточная аттестация студентов подразделяется на зачетную, именуемую зачетной неделей, и экзаменационную сессию. Зачеты сдаются в течение одной недели перед экзаменационной сессией. Продолжительность экзаменационных сессий (а их две: зимняя и летняя) в учебном году устанавливается Госстандартом.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю) «Дифракционный структурный анализ»

Самостоятельная работа студентов - это основной метод самоподготовки по освоению учебных дисциплин и овладению навыками профессиональной и научно-исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов-заочников занимает до 90% бюджета времени, отводимого на освоение образовательной программы, и требует постоянного контроля и корректировки.

Важной частью самостоятельной работы является умение выделить основополагающие, отправные точки в понимании материала. Особо важную роль в этом процессе необходимо уделить конспекту лекций, в котором преподаватель сформировал «скелет», структуру раздела дисциплины. Читением учебной и научной литературы обучающийся углубляет и расширяет знания о предмете изучения. Основная функция учебников – ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены будущими специалистами по данной дисциплине.

Подготовка к занятиям лекционного типа подразумевает приобретение обучающимся первичных знаний по теме лекции для подготовки к структуризации объекта изучения, которую преподаватель выполняет на лекции. Изучение материала по теме лекции имеет цель уточнения отдельных моментов.

Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач.

Перед лабораторной работой обучающийся подготавливает заготовку отчета, выполняя конспект теоретического материала по методической литературе с учетом рекомендаций преподавателя. В процессе конспектирования обучающийся теоретически знакомится с предстоящим заданием или получает общее представление о том, что необходимо будет сделать лабораторной работе.

Дистанционное тестирование

Дистанционное (интерактивное) тестирование проводится с целью подготовки и ознакомления обучающегося с примерными вопросами контрольного тестирования, которое будет проводиться в аудитории.

После завершения изучения на практических и лабораторных работах очередной темы преподаватель выдает каждому обучающемуся (старосте группы) логины и пароли для репетиционного тестирования на едином образовательном портале. Результаты репетиционного дистанционного тестирования могут быть зачтены преподавателем в качестве результата контрольного тестирования

Подготовка к зачету (экзамену)

Подготовка к зачету предполагает:

- изучение основной и дополнительной литературы;
- изучение конспектов лекций;
- изучение конспектов практических занятий и отчетов по лабораторным работам;
- дистанционное тестирование по темам.

Перечень вопросов к зачету представлен в ФОСах. Баллы за зачет выставляются по критериям, представленным в ФОСах.

Главная задача самостоятельной работы студентов – развитие умения приобретать научные знания путем личных поисков, формирование активного интереса и вкуса к творческому, самостоятельному подходу в учебной и практической работе. В процессе самостоятельной работы студент должен научиться понимать сущность предмета изучаемой дисциплины, уметь анализировать и приходить к собственным обоснованным выводам и заключениям. Все виды учебных занятий основываются на активной самостоятельной работе студентов. Планирование самостоятельной работы студентов-заочников должно начинаться сразу после установочных лекций (от лат. lectio – «чтение» – это одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая

собой устное, монологическое, систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала).

Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Тема 3. Характеристический спектр. Получение характеристического излучения. Закон Мозли. Интенсивность характеристического излучения. (домашнее задание)	15	Конспектирование, ответы на поставленные вопросы, выполнение расчетных и творческих заданий
Тема 5. Поглощение рентгеновских лучей. Массовый коэффициент поглощения, его физический смысл. Зависимость массового коэффициента поглощения от порядкового номера элемента и длины волны. Край (скачок) полосы поглощения. Расчет коэффициентов поглощения. Метод эталона. Метод стандартного примешивания. Выбор излучения. Фильтры для рентгеновского излучения. Физиологическое действие рентгеновского излучения. (домашнее задание).	20	
Тема 14. Принципы работы рентгенгониометров. Вейсенберговские развертки нулевой и n-ой слоевых линий. Получение неискаженного изображения плоской обратной решетки. Камера КФОР и работа с ней. Косселеграммы, псевдокосселеграммы и их применение для прецизионных измерений параметров элементарной ячейки.	15	
Тема 20. Нейтронография. Особенности рассеяния нейтронов кристаллами. Конструкция нейтронного дифрактометра. Получение нейтронограмм и основные области применения нейтронографии. Структурная и магнитная нейтронграфии	20	

[Примечание: данная таблица заполняется в соответствии с таблицей 2]

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Программой не предусматривается выполнение курсовых или контрольных работ по дисциплине. Однако, по усмотрению преподавателя или по просьбе студента, студент для повышения своей оценки имеет право взять дополнительную письменную работу, выполняемую внеаудиторно. Работа может носить характер теста, доклада, реферата и т.д.

Критерии выставления оценок за названные работы сформулированы в ФОСах. Здесь приводятся требования к оформлению работы.

Общие требования оформления курсовой работы/доклада/реферата/контрольной работы

Доклад/реферат выполняется на листах писчей бумаги формата А-4 в Microsoft Word; объем: 5-10 страниц текста для доклада, 10-15 страниц текста для реферата (приложения к работе не входят в ее объем). Размер шрифта – 14; интервал – 1,5; с нумерацией страниц сверху страницы посередине, абзацный отступ на расстоянии 2,25 см от левой границы поля. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. Количество источников: не менее 5-8 различных источников для доклада, не менее 8-10 для реферата.

Все формулы, единицы измерений, расчеты приводятся и ведутся в системе СИ.

При оформлении работы соблюдаются поля:

- левое – 25 мм;
- правое – 10 мм;
- нижнее – 20 мм;
- верхнее – 20 мм

- **Оформление таблиц:**

- Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзачного отступа в одну строку с ее номером через тире.

- При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

- Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

- На все таблицы должны быть ссылки в реферате. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

- **Оформление иллюстраций:**

- Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

- Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.

- На все иллюстрации должны быть даны ссылки в реферате.

- Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

- Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.

- Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.

- Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 — Схема карты сайта.

- Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.3.

- При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

- **Приложения**

- Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

- В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением справочного приложения «Библиография», которое располагают последним.

- Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения и степени.

- Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

- Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

- Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

- В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

- Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

- Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

- Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Представление.

Письменная работа должна быть представлена в **двух видах**: печатном и электронном.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

№	Формы	Описание
1	<i>Бинарное занятие</i>	Лекция - интеграции двух дисциплин: информатики и физики.
2	<i>Компьютерные симуляции</i>	Для изучения предлагаются существующие и разработанные автором программы, моделирующие различные оптические явления. Студентам предлагается разработать свои.
3	<i>Кейс-метод (научный театр)</i>	Занятия проходят по следующей схеме. Студентам предлагается текст научной статьи по изучаемой дисциплине, объемом 8 – 12 страниц. По каждой статье для различных студентов (или групп студентов) предлагается: 1) кратко изложить содержание статьи (объем 1 – 1,5 стр.); 2) подготовить плакат, на котором будет показана структура статьи и ее основная идея; 3) подготовить презентацию материала на 5 минут (5 – 6 слайдов); 4) подготовить презентацию материала на 15 минут (15 – 20 слайдов).
4	<i>Кейс-метод (научный театр)</i>	Студентам выдается информация о приборах на английском языке. Требуется выбрать установку для решения конкретной задачи и обосновать свой выбор.
5	<i>Практико-ориентированное занятие</i>	Решение прикладных вопросов с привлечением студентов (при необходимости), обучающихся на технических специальностях. При необходимости привлекаются юристы, экономисты, дизайнеры и т.д.
6	<i>Разбор конкретных ситуаций</i>	Работа над проектом, математическая обработка экспериментальных данных (конкретный случай)

При изложении курса преподавателю необходимо придерживаться основных принципов обучения: двигаться от простого к сложному, во взаимосвязи с другими курсами. Освоение теоретического курса должно сопровождаться решениями практических задач разного уровня сложности.

Изучение дисциплины «Дифракционный структурный анализ» базируется на использовании практико-ориентированного подхода, что достигается включением в учебный процесс дифрактометра рентгеновского общего назначения ДРОН, расположенного в лаборатории физики конденсированного состояния (ауд. 225 главного корпуса), рентгеновской установки, гониометра для рентгеновской установки, сменных модулей с рентгеновскими трубками с анодами из различных материалов (производство фирмы RŦYWE, ауд. 14 лабораторного корпуса). Практико-ориентированные занятия организуются по следующей схеме: изложение теоретического материала – 30% от

времени занятия; привязка данного материала к конкретной задаче - 30% от времени занятия; занятия в лаборатории физики конденсированного состояния на ДРОНе или на РНУВЕ – 40% от времени занятия.

Занятия – *разбор конкретных ситуаций* составляют основу промежуточного и итогового контроля. На этих занятиях студентам предлагается спланировать эксперимент по исследованию атомно-кристаллического строения материалов, выбирать методы структурного анализа для решения различных задач материаловедения; проводить эксперименты по рентгеноструктурному анализу поликристаллов, выбирать условия съемки рентгенограмм; индентифицировать стандартные рентгенограммы, определять тип и периоды кристаллической решетки; анализировать результаты исследований, полученных с помощью основных дифракционных и спектральных методов исследования структуры материалов.

Предлагаются следующие ситуации:

- 1) спланировать и провести эксперимент по дифракции электронов на кристаллической структуре;
- 2) спланировать и провести исследование характеристического рентгеновского излучения различных материалов с помощью дифракции на монокристаллах;
- 3) спланировать и провести эксперимент по изучению зависимости интенсивности характеристических K_{α} - и K_{β} -линий от анодного тока и анодного напряжения;
- 4) спланировать и провести эксперимент по монохроматизации рентгеновского излучения с помощью монокристаллов и специально подобранных тонких металлических пленок;
- 5) спланировать и провести эксперимент по исследованию дуплетного расщепления K_{α} - линии характеристического рентгеновского излучения Mo и Fe с помощью дифракции на монокристаллах и по исследованию тонкой структуры;
- 6) спланировать и провести эксперимент по подтверждению закона замещения и определению постоянной Планка при исследовании коротковолновой границы тормозного рентгеновского излучения;
- 7) спланировать и провести эксперимент по исследованию характеристического рентгеновского излучения от различных анодных материалов;
- 8) спланировать и провести эксперимент по проверке закона Мозли;
- 9) спланировать и провести эксперимент по оценке постоянной Ридберга и постоянной экранирования;
- 10) спланировать и провести эксперимент по исследованию поглощения монохроматического рентгеновского излучения различными материалами в зависимости от их толщины поглотителя и от длины волны излучения;
- 11) спланировать и провести эксперимент по исследованию K - и L -краев поглощения рентгеновского излучения;
- 12) спланировать и провести эксперимент по исследованию структуры монокристалла NaCl с помощью немонахроматического рентгеновского излучения;
- 13) спланировать и провести эксперимент по изучению эффекта Комптона с помощью рентгеновского излучения. Определение комптоновской длины волны;
- 14) спланировать и провести эксперимент по исследованию структуры монокристалла LiF методом Лауэ;
- 15) спланировать и провести эксперимент по исследованию кубической и гексагональной структур образцов с помощью дифракции рентгеновских лучей на поликристаллах (порошковый метод Дебая-Шеррера).

Занятия, использующие *кейс-метод* (или «*Научный театр*»). Занятия проходят по следующей схеме.

А) Студентам предлагается текст научной статьи по изучаемой дисциплине, объемом 8 – 12 страниц. По каждой статье для различных студентов (или групп студентов) предлагается:

- 1) кратко изложить содержание статьи (объем 1 – 1,5 стр.);
- 2) подготовить плакат, на котором будет показана структура статьи и ее основная идея;
- 3) подготовить презентацию материала на 5 минут (5 – 6 слайдов);
- 4) подготовить презентацию материала на 15 минут (15 – 20 слайдов).

Б) Студентам выдается информация о приборах на английском языке. Требуется выбрать установку для решения конкретной задачи и обосновать свой выбор.

При проведении *лекционных занятий* предусматривается использование ресурсов сети Интернет для демонстрации интерактивных моделей исследовательских установок и изучаемых процессов.

Используются формы *бинарных уроков*, во время которых для проведения инженерных расчетов интегрируются физика, математический анализ и изучаемая дисциплина.

При проведении семинаров используются элементы *деловой игры*: например, разбившись на команды, студенты проводят сравнительный анализ методов исследования структуры вещества.

6.2. Информационные технологии

При изучении дисциплины «Дифракционный структурный анализ» используется система управления обучением на платформе Moodle (*LMS Moodle «Цифровое обучение»*), созданная в Астраханском государственном университете (АГУ) с 2012 года. Она предоставляет возможность круглосуточного доступа к ресурсам (учебным материалам) курса, на которые подписан студент, его интерактивным действиям (независимо от местонахождения), а преподавателям – платформу для оперативного обнародования выставляемых оценок, важных событий и идей, для информирования студентов об изменениях в учебном процессе. По изучаемой дисциплине на выбранной платформе размещены задания для практических занятий, контрольные и тестовые задания, кейс-задачи. Платформа позволяет реализовывать как обучающий, так и контрольный режим выполнения заданий.

Также как источник информации широко используются электронные учебники и различные сайты как на договорной основе (смотри п. 6.3), так и находящиеся в свободном доступе.

Для оперативного обмена информацией, получения заданий и выставления оценок широко используется электронная почта преподавателя smirnov.v.aspu@mail.ru.

Интернет и IT технологии широко используются при подготовке лекций, презентаций, кейс-заданий и пр.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «АГУ»
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
KOMPAS-3D V13	Создание трехмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них
Google Chrome	Браузер
CodeBlocks	Кроссплатформенная среда разработки
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
VMware (Player)	Программный продукт виртуализации операционных систем
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». https://library.asu.edu.ru
Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: http://journal.asu.edu.ru/
Электронно-библиотечная система elibrary. http://elibrary.ru
Справочная правовая система КонсультантПлюс. Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Дифракционный структурный анализ» [наименование дисциплины (модуля)] проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
Тема 1. Становление и этапы развития рентгеноструктурного анализа.	ПК 5	1. Вопросы для собеседования
Тема 2. Сплошной спектр рентгеновского излучения.	ПК 5	1. Вопросы для собеседования 2. Кейс-задача
Тема 3. Характеристический спектр.	ПК 5	1. Вопросы для собеседования 2. Практическое задание для групповой работы 3. Кейс-задача
Тема 4. Виды взаимодействия.	ПК 5	1. Вопросы для собеседования
Тема 5. Поглощение рентгеновских лучей.	ПК 5	1. Вопросы для собеседования 2. Практическое задание для индивидуальной работы 3. Кейс-задача
Тема 6. Элементы кристаллографии.	ПК 5	1. Вопросы для собеседования 2. Тест
Тема 7. Обратная решетка	ПК 5	1. Вопросы для собеседования 2. Практическое задание для групповой работы
Тема 8. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах.	ПК 5	1. Вопросы для собеседования 2. Практическое задание для индивидуальной работы 3. Кейс-задача

Тема 9. Рассеяние рентгеновских лучей атомом, группой атомов.	ПК 5	1. Вопросы для собеседования 2. Практическое задание для индивидуальной работы 3. Практическое задание для групповой работы
Тема 10. Кинематическая теория интерференции рентгеновских лучей в кристаллах.	ПК 5	1. Вопросы для собеседования 2. Практическое задание для групповой работы 3. Кейс-задача
Тема 11. Симметрия кристаллов.	ПК 5	1. Вопросы для собеседования 2. Тест
Тема 12. Структура кристаллов.	ПК 5	1. Кейс-задача 2. Коллоквиум
Тема 13. Методы анализа монокристаллов.	ПК 5	1. Вопросы для собеседования 2. Практическое задание для индивидуальной работы 3. Практическое задание для групповой работы
Тема 14. Принципы работы рентгенгонометров.	ПК 5	1. Вопросы для собеседования 2. Практическое задание для индивидуальной работы 3. Практическое задание для групповой работы
Тема 15. Порошковые методы (практические приложения).	ПК 5	1. Вопросы для собеседования 2. Практическое задание для индивидуальной работы 3. Практическое задание для групповой работы
Тема 16. Метод Фурье. Разложение электронной плотности в ряд Фурье.	ПК 5	1. Вопросы для собеседования 2. Практическое задание для индивидуальной работы 3. Практическое задание для групповой работы
Тема 17. Элементы общей теории дифракции и примеры исследования реальных кристаллов	ПК 5	1. Вопросы для собеседования 2. Кейс-задача 3. Практическое задание для групповой работы
Тема 18. Интенсивность диффузного рассеяния на несовершенных кристаллах.	ПК 5	1. Вопросы для собеседования 2. Кейс-задача 3. Практическое задание для групповой работы
Тема 19. Качественный фазовый анализ.	ПК 5	1. Вопросы для собеседования 2. Практическое задание для индивидуальной работы 3. Практическое задание для групповой работы
Тема 20. Нейтронография.	ПК 5	Зачет

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

[В таблицах 7–8 приводятся примерные показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания]

Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Вопросы для собеседований (коллоквиумов), зачета

по дисциплине «Дифракционный структурный анализ»

1. Основные понятия физики рентгеновских лучей. Природа рентгеновского излучения.
2. Преломление рентгеновских лучей и его практическое использование.
3. Поляризация рентгеновских лучей. Интенсивность рентгеновского излучения (определение).
4. Сплошной спектр рентгеновского излучения. Энергия спектра. Граничная частота. Спектральная плотность. Факторы, влияющие на интенсивность сплошного спектра.
5. Характеристический спектр. Получение характеристического излучения. Закон Мозли. Интенсивность характеристического излучения.

6. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Виды взаимодействия.
7. Когерентное рассеяние. Некогерентное рассеяние. Рентгеновская флюоресценция. Фотоэффект.
8. Механизмы рассеяния и поглощения рентгеновских лучей. Закон ослабления рентгеновских лучей. Линейный, массовый, атомный коэффициенты ослабления. Связь между ними.
9. Поглощение рентгеновских лучей. Массовый коэффициент поглощения, его физический смысл. Зависимость массового коэффициента поглощения от порядкового номера элемента и длины волны.
10. Край (скачок) полосы поглощения. Расчет коэффициентов поглощения. Метод эталона. Метод стандартного примешивания. Выбор излучения. Фильтры для рентгеновского излучения.
11. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах
12. Когерентное рассеяние рентгеновских лучей. Рассеяние свободным электроном. Формула Томсона. Понятие рассеивающей способности объекта.
13. Интерференция. Дифракционный эффект.
14. Рассеяние рентгеновских лучей атомом, группой атомов. Атомная амплитуда, атомный фактор.
15. Понятие электронной плотности. Понятие рассеивающего центра
16. Обратное пространство и дифракция рентгеновских лучей на кристаллах
17. Кинематическая теория интерференции рентгеновских лучей в кристаллах. Интерференционная функция Лауэ и ее анализ.
18. “Отражение” рентгеновских лучей по Брэггу. Геометрическое толкование условий интерференции с помощью обратной решетки. Обратная решетка как поле интерференционных функций. Сфера Эвальда.
19. Представление моно-, поликристаллов и текстур в обратном пространстве и вид их рентгенограмм
20. Кинематическое и динамическое приближения в теории дифракции.
21. Интегральная интенсивность и факторы, на нее влияющие. Атомный множитель, его определение с учетом поправок на аномальную дисперсию. Структурная амплитуда и структурный фактор
22. Законы погасания для кристаллов с различными ячейками Бравэ. Определение рентгеновской и пространственной групп. “Рабочие” формулы для расчета структурной амплитуды.
23. Фактор поляризации, его зависимость от условий эксперимента. Температурный фактор, учет его анизотропности Кинематический множитель. Фактор Лоренца Геометрический фактор
24. Фактор поглощения, его расчет. Введение экстинкционных поправок Фактор повторяемости, его связь с симметрией кристалла и условиями регистрации рентгенограмм.
25. Экспериментальные приемы определения интенсивности при использовании фотографической регистрации дифракционной картины.
26. Методы анализа монокристаллов Метод Лауэ.
27. Лауэграмма и обратная решетка. Лауэграммы как метод гониометрического изучения неограниченных кристаллов.
28. Рентгенограммы вращения и качания. Возникновение слоевых линий. Слойные линии первого и второго рода.
29. Принципы работы рентгенгонометров. Вейсенберговские развертки нулевой и n-ой слоевых линий.
30. Получение неискаженного изображения плоской обратной решетки. Камера КФОР и работа с ней.

31. Косселеграммы, псевдокосселеграммы и их применение для прецезионных измерений параметров элементарной ячейки.
32. Дифрактометрия текстурированных объектов. Определение ориентировки в случае аксиально-симметричной текстуры. Исследование ориентировки кристаллов в случае неаксиальной текстуры. Полусферические фигуры.
33. Метод Фурье Разложение электронной плотности в ряд Фурье. Проекция и сечения электронной плотности.
34. Практические приемы суммирования одно-, двух- и трехмерных рядов Фурье.
35. Фазовая проблема. Пути решения знаковой и фазовой проблем.
36. Амплитуда и интенсивность излучения, рассеянного на объекте с произвольной структурой. Функция интерференции. Среднее значение интенсивности и функции интерференции.
37. Идеальные структурные мотивы и структура реальных кристаллов
38. Дифракция излучения на однородных конечных объектах. Фактор формы.
39. Различные виды структурных несовершенств и их отражение в дифракции. Интенсивность диффузного рассеяния на несовершенных кристаллах
40. Тепловое движение атомов в кристаллах и его влияние на дифракцию. Тепловое диффузное рассеяние. Экспериментальные приемы определения характеристической температуры дифракционными методами.
41. Дифракция излучения на кристаллах с очень маленькими размерами. Формула Шеррера для расчета крупности кристаллов.
42. Экспериментальное изучение ширины и профиля рефлекса. Расчет функции распределения размеров частиц в порошке.
43. Малоугловая дифракция. Малоугловые камеры и дифрактометры
44. Качественный фазовый анализ. Картоoteca JCPDS. Методы количественного фазового анализа. Чувствительность фазового анализа.
45. Особенности рассеяния нейтронов кристаллами. Конструкция нейтронного дифрактометра.
46. Получение нейтронограмм и основные области применения нейтронографии. Структурная и магнитная нейтронографии.

Тестовые вопросы для текущего и итогового контроля по дисциплине

«Дифракционный структурный анализ»

- 1. Рентгеновский дифрактометр ДРФ состоит из следующих основных узлов:
- А) оперативный стол с пультом управления, рентгеновская трубка в защитном кожухе, высоковольтный трансформатор, камера РКСО на оперативном столе, кассета для фотопленки, отдельно стоящий блок электроники;
- Б) оперативный стол с пультом управления, рентгеновская трубка в защитном кожухе, о трансформатор, камера РКСО на оперативном столе, кассета для фотопленки;
- В) оперативный стол с пультом управления, рентгеновская трубка в защитном кожухе, высоковольтный трансформатор, гониометр, счетчик квантов, отдельно стоящий блок электроники;
- Г) оперативный стол с пультом управления, рентгеновская трубка в защитном кожухе, высоковольтный трансформатор, гониометр, счетчик квантов, отдельно стоящий блок электроники, компьютер.
-
- 2. Обязательными деталями рентгеновской трубки являются:
- А) два электрода, откачанная высоковакуумная стеклянная колба, фокусирующий колпачок, бериллиевое окошко для РЛ, защитный цилиндр;

- Б) два электрода, откачанная высоковакуумная стеклянная колба, фокусирующий колпачок, бериллиевое окошко для РЛ, защитный цилиндр, система водного охлаждения;
- В) три электрода, откачанная высоковакуумная стеклянная колба, фокусирующий колпачок, защитный цилиндр, защитный кожух, система охлаждения, коллиматор;
- Г) два электрода, откачанная высоковакуумная стеклянная колба, фокусирующий колпачок, бериллиевое окошко для РЛ, защитный цилиндр, система охлаждения, коллиматор.
-
- 3.Рентгеновское излучение занимает диапазон длин волн:
 - А) от сотен до десятитысячных долей микрона;
 - Б) от несколько сотен до десятитысячных долей А;
 - В) от тысячи до единиц нанометров;
 - Г) сразу после ультрафиолета.
-
- 4.При проникновении электрона в вещество анода его кинетическая энергия рассеивается в результате следующих процессов:
 - А) столкновение с атомами и ионизации им внешних электронных оболочек;
 - Б) резкого торможения в электростатическом поле электронных оболочек атома вещества анода;
 - В) ионизации электронных оболочек, близких к ядру;
 - Г) всех вышеперечисленных (но ионизация оболочек, близких к ядру, начинается с достижением некоторого напряжения на трубке).
-
- 5.Существование коротковолновой границы спектра РЛ связано с тем, что энергия излучаемого кванта РЛ:
 - А) не может быть меньше энергии электрона, подлетающего к аноду;
 - Б) не может превышать энергии электрона, подлетающего к катоду;
 - В) не зависит от энергии электрона, подлетающего к аноду;
 - Г) не может превышать значение eU (U -напряжение на трубке).

Рекомендуемые задания контрольных работ

Практические контрольные задания

Контрольная работа № 1.

Геометрия кристаллической решётки.

Вариант 1.

Задача 1.1. Определить базис ячеек следующих кристаллов: Ge, PbTe, V, W, Mg, GaAs. Указать тип ячеек Браве для решеток этих веществ, их базис и координаты нулевых узлов.

Задача 1.2. Построить примитивную ячейку для объемноцентрированной кубической решетки.

Вариант 2.

Задача 1.1. Построить примитивную ячейку для гранецентрированной кубической решетки.

Задача 1.2. Доказать, что обратная решетка обратной решетки есть прямая решетка.

Контрольная работа № 2.
Кристаллографические индексы.

Вариант 1.

Задача 2.1. Принадлежат ли плоскости (111) , $(1\bar{1}1)$, $(2\bar{1}2)$ к одной зоне?

Задача 2.2. Записать индексы направления в гексагональной плотноупакованной решетке, вдоль которого расположены атомы с координатами $[[\frac{2}{3} \frac{1}{3} 0]]$ и $[[\frac{1}{3} \frac{2}{3} \frac{1}{2}]]$

Вариант 2.

Задача 2.1. Определить период идентичности вдоль направления (111) в решетках алмаза и сфалерита.

Задача 2.2. Найти индексы плоскостей, отсекающих на координатных осях отрезки 2;3;4; -3;3;2.

Темы теоретических контрольных работ

1. Геометрия кристаллической решётки
2. Кристаллографические индексы.
3. Кристаллографические проекции.
4. Преобразования симметрии.
5. Матричное описание операций симметрии.
6. Предельные группы.
7. Пространственные группы симметрии.
8. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах.

Кейс-задача

по дисциплине «Дифракционный структурный анализ»

Задания (общий вид):

Занятия проходят по следующей схеме. Студентам предлагается текст научной статьи по изучаемой дисциплине (возможно на английском языке), объемом 8 – 12 страниц. По каждой статье для различных студентов (или групп студентов) предлагается:

- 1) кратко изложить содержание статьи (объем 1 – 1,5 стр.);
 - 2) подготовить плакат, на котором будет показана структура статьи и ее основная идея;
 - 3) подготовить презентацию материала на 5 минут (5 – 6 слайдов);
- подготовить презентацию материала на 15 минут (15 – 20 слайдов).

Кейс-задача

по дисциплине «Дифракционный структурный анализ»

Задания (общий вид):

Занятия проходят по следующей схеме. Студентам предлагается текст статей научного или рекламного характера по изучаемой дисциплине на английском языке, объемом 3 - 5 страниц, содержащей информация об установках или приборах для проведения рентгеноструктурного анализа. Требуется выбрать установку для решения конкретной задачи и обосновать свой выбор

Ситуации для разбора практико-ориентированных занятий

- 1) спланировать и провести эксперимент по дифракции электронов на кристаллической структуре;
- 2) спланировать и провести исследование характеристического рентгеновского излучения различных материалов с помощью дифракции на монокристаллах;

- 3) спланировать и провести эксперимент по изучению зависимости интенсивности характеристических K_{α} - и K_{β} -линий от анодного тока и анодного напряжения;
- 4) спланировать и провести эксперимент по монохроматизации рентгеновского излучения с помощью монокристаллов и специально подобранных тонких металлических пленок;
- 4) спланировать и провести эксперимент по исследованию дуплетного расщепления K_{α} -линии характеристического рентгеновского излучения Mo и Fe с помощью дифракции на монокристаллах и по исследованию тонкой структуры;
- 6) спланировать и провести эксперимент по подтверждению закона замещения и определению постоянной Планка при исследовании коротковолновой границы тормозного рентгеновского излучения;
- 7) спланировать и провести эксперимент по исследованию характеристического рентгеновского излучения от различных анодных материалов;
- 8) спланировать и провести эксперимент по проверке закона Мозли;
- 9) спланировать и провести эксперимент по оценке постоянной Ридберга и постоянной экранирования;
- 10) спланировать и провести эксперимент по исследованию поглощения монохроматического рентгеновского излучения различными материалами в зависимости от их толщины поглотителя и от длины волны излучения;
- 11) спланировать и провести эксперимент по исследованию K - и L -краев поглощения рентгеновского излучения;
- 12) спланировать и провести эксперимент по исследованию структуры монокристалла NaCl с помощью немонахроматического рентгеновского излучения;
- 13) спланировать и провести эксперимент по изучению эффекта Комптона с помощью рентгеновского излучения. Определение комптоновской длины волны;
- 14) спланировать и провести эксперимент по исследованию структуры монокристалла LiF методом Лауэ;
- 15) спланировать и провести эксперимент по исследованию кубической и гексагональной структур образцов с помощью дифракции рентгеновских лучей на поликристаллах (порошковый метод Дебая-Шеррера).

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
Код и наименование проверяемой компетенции: ПК 5				
1.	Задание закрытого типа	Рентгеновский дифрактометр ДРФ состоит из следующих основных узлов: А) оперативный стол с пультом управления, рентгеновская трубка в защитном кожухе, высоковольтный трансформатор, камера РКСО на	В) оперативный стол с пультом управления, рентгеновская трубка в защитном кожухе, высоковольтный трансформатор, гониометр, счетчик квантов, отдельно стоящий блок электроники;	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		оперативном столе, кассета для фотопленки, отдельно стоящий блок электроники; Б) оперативный стол с пультом управления, рентгеновская трубка в защитном кожухе, о трансформатор, камера РКСО на оперативном столе, кассета для фотопленки; В) оперативный стол с пультом управления, рентгеновская трубка в защитном кожухе, высоковольтный трансформатор, гониометр, счетчик квантов, отдельно стоящий блок электроники; Г) оперативный стол с пультом управления, рентгеновская трубка в защитном кожухе, высоковольтный трансформатор, гониометр, счетчик квантов, отдельно стоящий блок электроники, компьютер.		
2.		Обязательными деталями рентгеновской трубки являются: А) два электрода, откачанная высоковакуумная стеклянная колба, фокусирующий	Г) два электрода, откачанная высоковакуумная стеклянная колба, фокусирующий колпачок, бериллиевое окошко для РЛ, защитный цилиндр, система охлаждения, коллиматор.	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		колпачок, бериллиевое окошко для РЛ, защитный цилиндр; Б) два электрода, откачанная высоковакуумная стеклянная колба, фокусирующий колпачок, бериллиевое окошко для РЛ, защитный цилиндр, система водного охлаждения; В) три электрода, откачанная высоковакуумная стеклянная колба, фокусирующий колпачок, защитный цилиндр, защитный кожух, система охлаждения, коллиматор; Г) два электрода, откачанная высоковакуумная стеклянная колба, фокусирующий колпачок, бериллиевое окошко для РЛ, защитный цилиндр, система охлаждения, коллиматор.		
3.		Рентгеновское излучение занимает диапазон длин волн: А) от сотен до десятитысячных долей микрона; Б) от несколько сотен до десятитысячных долей А; В) от тысячи до единиц нанометров; Г) сразу после ультрафиолета.	Б) от несколько сотен до десятитысячных долей А;	2
4.		При проникновении электрона в вещество анода его кинетическая	Г) всех вышеперечисленных (но ионизация оболочек, близких к ядру, начинается с достижением некоторого напряжения на трубке).	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		энергия рассеивается в результате следующих процессов: А) столкновение с атомами и ионизации им внешних электронных оболочек; Б) резкого торможения в электростатическом поле электронных оболочек атома вещества анода; В) ионизации электронных оболочек, близких к ядру; Г) всех вышеперечисленных (но ионизация оболочек, близких к ядру, начинается с достижением некоторого напряжения на трубке).		
5.		Существование коротковолновой границы спектра РЛ связано с тем, что энергия излучаемого кванта РЛ: А) не может быть меньше энергии электрона, подлетающего к аноду; Б) не может превышать энергии электрона, подлетающего к катоду; В) не зависит от энергии электрона, подлетающего к аноду; Г) не может превышать значение eU (U-напряжение на трубке).	Г) не может превышать значение eU (U -напряжение на трубке).	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
6.	Задание открытого типа	Сформулировать закон Мозли	$k = \frac{1}{\lambda} = R(Z - \sigma_n)^2 \left[\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right]$ 1913г. английский физик Генри Мозли (Moseley H.) эмпирически установил закон, связывающий волновое число спектральной линии характеристического излучения с атомным номером Z, где σ_n – некоторая константа (“константа экранирования”); для К– серии ($n=1$) $\rightarrow \sigma \approx 1$, для L– серии ($n=2$) $\rightarrow \sigma \approx 7,4$ и т.д. $(Z - \sigma_n)^2$ Формула отличается от обобщенной формулы Бальмера для спектров водородоподобных атомов тем, что вместо Z^2 в закон Мозли входит величина σ, что можно объяснить “экранированием” полного заряда ядра.	5
7.			Комптон (1923) открыл явление, в котором можно было наблюдать, что фотону присущи энергия и импульс. Результаты этого опыта — еще одно убедительное подтверждение гипотезы Эйнштейна о квантовой природе самого электромагнитного излучения. Комптон исследовал рассеяние жесткого рентгеновского излучения на образцах, состоящих из легких атомов, таких как графит, парафин и др. Опыт показал, что наблюдаемое комптоновское смещение $\lambda' - \lambda$ не зависит от материала рассеивающего образца и длины волны λ падающего излучения, а определяется лишь углом между направлениями рассеянного и падающего излучений (см. рис. 1.14). С увеличением угла интенсивность смещенной компоненты растет, а несмещенной — падает. $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \lambda_c (1 - \cos \theta)$	5
8.		Для чего используют фильтры	Для ослабления К β - линий необходимо использовать фильтры из веществ с атомным номером на единицу меньше	5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		рентгеновского излучения?	номера вещества анода. Такой b - фильтр поглощает излучение Kb - серии гораздо сильнее, чем Ka - серии, так как его край полосы поглощения приходится между линиями Ka и Kb . Фильтр берут в виде тонкой фольги или в виде порошка, который смешивают с цапонлаком и равномерно наносят на бумагу. При использовании b - фильтра интенсивность Ka - излучения также ослабляется. Это необходимо учитывать при выборе режимов регистрации рентгенограмм.	
9.		Как определяют вид кристаллических фаз по дифракционной картине?	Каждая кристаллическая фаза дает индивидуальную дифракционную картину, определяемую положением линий и их интенсивностью. Рентгенограмма смеси нескольких фаз является результатом наложения рентгенограмм каждой из них. Поэтому определение одной фазы или смеси нескольких фаз может быть произведено путем сравнения рентгенограмм известных и исследуемого веществ. Рентгенометрическое определение минералов сводится к сопоставлению данных эксперимента $(hkl) d$ и $(hkl) I$ с теми же данными из справочника или картотеки. Наиболее распространенной является картотека JCPDS.	5
10.		Какие малоугловые камеры и дифрактометры вы знаете?	Малоугловые рентгеновские дифрактометры предназначены для реализации дифракционного метода анализа наноструктур - малоуглового рентгеновского рассеяния (МУРР). Экспериментальная основа метода МУРР – измерение интенсивностей рассеяния (рентгенограмм МУРР) при различных углах дифракции, интерпретация которых и позволяет определять параметры размерных эффектов от границ раздела между областями с различающейся электронной плотностью (от наночастиц и/или пор): формы, размеры, дисперсный состав и др. Измерение рентгенограмм МУРР производят с использованием специального аналитического оборудования - рентгеновских малоугловых дифрактометров. Можно назвать лабораторного	5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			малоуглового дифрактометра S3-MICRO фирмы Несус (Австрия)	

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Оценка достижений студентов строится на основе системы БАРС (Приказ ректора от 13.01.2014 г. № 08-01-01/08) познакомиться с которой можно по ссылке http://asu.edu.ru/images/File/Ilil_5/ATT00072.pdf.

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий/баллы	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Основной блок				
1.	Коллоквиум	2/2	20	
2.	Тетрадь с лекциями	1/1	4	
3.	Контрольная работа	2/2	30	
4.	Тетрадь по практике	1/1	6	
	Всего		60	
Блок бонусов				
5.	Отсутствие пропусков (лекций, практических занятий)		4	
6.	Активная работа на занятиях		4	
7.	Своевременное выполнение заданий		2	
	Всего		10	
Дополнительный блок				
8.	Экзамен			
Итого			100	

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Баллы
Опоздание (два и более)	-2
Не готов к практическому занятию	-2
Нарушение дисциплины	-2
Пропуски лекций без уважительных причин (за одну лекцию)	-2
Пропуски практических занятий без уважительных причин (за одно занятие)	-2
Не своевременное выполнение задания	-2
Нарушение техники безопасности	-1

При пересдаче экзамена (зачета) из рейтингового балла студента вычитается:

- первая пересдача – 5 баллов
- вторая пересдача – 10 баллов

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69		
60–64	3 (удовлетворительно)	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

[Примечание: если в семестре итоговой формой контроля по дисциплине (модулю) является экзамен, графа со словами «Зачтено», «Не зачтено» не приводится]

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Анисович А.Г., Рентгеноструктурный анализ в практических вопросах материаловедения / А.Г. Анисович - Минск : Белорус. наука, 2017. - 207 с. - ISBN 978-985-08-2112-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru>

2. Филимонова Н.И., Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Филимонова Н.И. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 136 с. - ISBN 978-5-7782-2960-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru>

3. Фетисов Г.В., Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ. / Фетисов Г. В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 672 с. - ISBN 978-5-9221-0805-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru>

4. Физика атомов и атомных явлений. Лабораторный практикум: учебное пособие. Авторы: Водолазская И.В., Смирнов В.В. Издательский дом «Астраханский университет», 2009 г., 143 с. <https://biblio.asu.edu.ru>

8.2. Дополнительная литература

5. Анфимов И.М., Физика твердого тела : сб. задач / Анфимов И.М., Кобелева С.П., Коновалов М.П., Осипов Ю.В., Орлова М.Н., Спицына Л.Г. - М. : МИСиС, 2011. - 70 с. - ISBN 978-5-87623-426-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru>

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

Учебный год	Наименование ЭБС
2019/2020	Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». https://biblio.asu.edu.ru Учетная запись образовательного портала АГУ
	Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс»

	«Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. www.studentlibrary.ru. <i>Регистрация с компьютеров АГУ</i>
	Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru
	Электронная библиотечная система BOOK.ru. www.book.ru
	Электронная библиотечная система IPRbooks. www.iprbookshop.ru
	Электронная библиотека МГППУ. http://psychlib.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Подготовлены мультимедийные презентации по каждой теме для лекционных занятий. В презентациях демонстрируются видеозаписи по изучаемым темам, примеры применения новых приборов, видео-задачи и компьютерные анимации для более глубокого осмысления теоретического материала изучаемого курса. Практико-ориентированные занятия реализуются в лабораториях общефизического практикума.

Установки: ДРОН, рентгеновский дифрактометр фирмы RNUWE.

Демонстрационный материал.

1. Основные типы структур. Демонстрация на компьютере с помощью пакета «3D Studio Max»: трехмерное представление с возможностью вращения в пространстве в различных направлениях.

2. Стереорафические проекции. Демонстрация на компьютере.

3. Решетки Браве. Демонстрация на компьютере.

4. Плотнейшие упаковки. Демонстрация на компьютере.

5. Обратная решетка. Демонстрация на компьютере.

6. Симметрия кристаллов. Демонстрация на компьютере.

Таблица Менделеева. Демонстрация на компьютере.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).