

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Амурский государственный университет»**

Кафедра Физики

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
СПЕЦПРАКТИКУМ ПО РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОМУ АНАЛИЗУ**

Основной образовательной программы по специальности 010701.65 - Физика

Благовещенск 2012

УМКД разработан канд. физ.-мат. наук, доцентом Верхотуровой Ириной Владимировной
канд. физ.-мат. наук Агапятовой Ольгой Александровной

Рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры

Протокол заседания кафедры от «21» 09 2012 г. № 1

Зав.кафедрой  И.А. Голубева

УТВЕРЖДЕН

Протокол заседания УМСС 010701.65 - Физика

от «11» 09 2012 г. № 1

Председатель УМСС  Е.А. Ванина

СОДЕРЖАНИЕ

1. Рабочая программа учебной дисциплины	4
2. Краткое изложение программного материала	16
3 Методические указания (рекомендации)	16
3.1 Методические указания для преподавателя	16
3.2 Методические указания для студентов	17
4. Контроль знаний	19
4.1 Текущий контроль	19
4.2 Итоговый контроль знаний	22
5. Интерактивные технологии и инновационные методы, используемые в образовательном процессе.	24

1. Рабочая программа учебной дисциплины.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Спецпрактикум по рентгеноструктурному анализу» является освоение рентгенодифракционных методов исследования кристаллических веществ на основе знаний физических процессов, происходящими при взаимодействии рентгеновских лучей с веществом, и получение в итоге фундаментального образования, направленного на получение современного естественнонаучного мировоззрения.

Задачи дисциплины:

1. изучение аппаратуры и методов, основанных на взаимодействии рентгеновских лучей с твердым телом, овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями рентгеноструктурного анализа;
2. овладение навыками работы на рентгеноструктурных установках на основе знаний устройства установок и знаний основных элементов кинематической и динамической теорий рассеяния рентгеновских лучей.;
3. овладение практическими навыками определения рентгеноструктурных характеристик веществ и составления отчетов по выполненным экспериментальным исследованиям.

Программа составлена на основании государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и авторских разработок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО:

Дисциплина «Основы рентгеноструктурного анализа» в структуре ООП ВПО находится в блоке дисциплин специализации ДС.Ф.5.

Для освоения дисциплины необходимо знать:

- 1) общую и теоретическую физику;
- 2) кристаллографию и физику кристаллов;
- 3) физику конденсированного состояния;
- 4) физику ядра и элементарных частиц;
- 5) математический анализ;
- 6) линейную алгебру.

3. ЗНАНИЯ И УМЕНИЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины «Спецпрактикум по рентгеноструктурному анализу» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

теоретические основы методов рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа; устройство аппаратуры и камер для рентгеноструктурного анализа; этапы расшифровки структур методами рентгеноструктурного анализа.

2) Уметь:

работать на рентгеноструктурных установках с использованием полученных знаний по кинематической и динамической теориям рассеяния рентгеновских лучей; получать, обрабатывать и обстоятельно анализировать полученные экспериментальные результаты.

расшифровывать рентгенодифракционные спектры и пользоваться рентгенометрическими картотеками, рентгенографическими определителями, электронной базой рентгенографических данных.

3) Владеть:

методами построения дифракционных спектров;

методами анализа физических явлений, происходящих при взаимодействии рентгеновских лучей с веществом;
методами работы на рентгеновском дифрактометре общего назначения

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Спецпрактикум по рентгеноструктурному анализу» составляет 40 часов.

№ п/п	Модуль дисциплины	Виды учебной работы				Формы текущего контроля Формы промежуточной аттестации
		Лекции (час.)	Практические занятия (час.)	Лабораторные работы (час.)	СРС (час.)	
1	<p>Модуль 1. «Основные методы рентгенофазового анализа и определение структурных характеристик».</p> <p>1.1. 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.</p> <p>1.2. 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. Идентификация фаз в смеси.</p> <p>1.3. Индексирование рентгенограмм. Прецизионное измерение параметров ячейки, определение типа элементарной ячейки Бравэ и пространственной</p>	0	0	12	6	<p>Посещение занятий по лабораторным работам.</p> <p>Составление отчетов по лабораторной работе</p> <p>Защита отчета по каждой лабораторной работе.</p>

	группы симметрии.					
2	<p>Модуль 2. «РСА сплавов, твердых растворов и сложных структур».</p> <p>2.1. 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 (макронапряжений). Анализ дефектов по уширению линий. Методы выделения физического уширения. Методы разделения вклада дисперсности и микродеформаций в физическое уширение. Определение размеров блоков и микронапряжений.</p> <p>2.2. Рентгенографический анализ сплавов. Анализ твердых растворов. Изучение изменений межатомных расстояний. Определение типа твердого раствора. Изучение упорядочения. Определение дефектов упаковки.</p> <p>2.3. Рентгеноструктурный анализ каркасных алюмосиликатов, образующих непрерывный ряд твердых растворов. Al-Si-упорядоченность, степень триклинности. Метод Д.Стьюарта и Т.Райта. Метод "трех пиков" и его разновидности.</p> <p>2.4. Рентгенография слоистых и смешаннослойных структур. Особенности дифракции рентгеновских лучей на плоском препарате с четко выраженной аксиальной текстурой.</p> <p>Зачет</p>	0	0	16	6	<p>Посещение занятий по лабораторным работам.</p> <p>Составление отчетов по лабораторной работе</p> <p>Защита отчета по каждой лабораторной работе</p> <p>Подготовка к сдаче зачета.</p> <p>Зачет</p>

5. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

(спецпрактикум по РСА)

Использование рентгеновских дифракционных методов исследования позволяет изучать структуру кристаллических веществ: определять межплоскостные расстояния, индексы интерференции, сингонию, параметры элементарной ячейки, группу симметрии, координаты атомов в структуре. Наряду со структурными характеристиками идеального

кристалла можно получить информацию о дефектности структуры: количестве и типе точечных дефектов, количестве и ориентировке дислокационных петель, характеристики напряженного состояния материала.

Каждая лабораторная работа спецпрактикума по РСА содержит теоретическую часть, описание порядка выполнения работы, список контрольных вопросов. Лабораторная работа выполняется в течение 4-х часов с учетом предварительной подготовки прибора, обязательным инструктажем по технике безопасности каждого студента, съемки образцов, пользования рентгенометрическими базами данных в лаборатории, составления предварительного отчета по лабораторной работе.

Отчет по лабораторной работе спецпрактикума по РСА должен содержать следующие разделы:

1. формулировка цели работы;
2. краткое описание теории (физическая суть метода, основные математические выражения с пояснением физического смысла величин, обоснование выбора режима съемки и т.п.);
3. перечисление используемого оборудования, программ, справочного материала;
4. алгоритм выполнения съемки и расчетов, определение погрешности, экспериментальные и рассчитанные данные должны быть представлены в таблицах с пояснениями;
5. анализ полученных результатов и выводы.

Модуль 1. «Основные методы рентгенофазового анализа и определение структурных характеристик».

1.1. 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.

1.2. 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. Идентификация фаз в смеси.

1.3. Индексирование рентгенограмм. Прецизионное измерение параметров ячейки, определение типа элементарной ячейки Бравэ и пространственной группы симметрии.

Модуль 2. «РСА сплавов, твердых растворов и сложных структур».

2.1. 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 (макронапряжений). Анализ дефектов по уширению линий. Методы выделения физического уширения. Методы разделения вклада дисперсности и микродеформаций в физическое уширение. Определение размеров блоков и микронапряжений.

2.2. Рентгенографический анализ сплавов. Анализ твердых растворов. Изучение изменений межатомных расстояний. Определение типа твердого раствора. Изучение упорядочения. Определение дефектов упаковки.

2.3. Рентгеноструктурный анализ каркасных алюмосиликатов, образующих непрерывный ряд твердых растворов. Al-Si-упорядоченность, степень триклинности. Метод Д.Стьюарта и Т.Райта. Метод "трех пиков" и его разновидности.

2.4. Рентгенография слоистых и смешаннослойных структур. Особенности дифракции рентгеновских лучей на плоском препарате с четко выраженной аксиальной текстурой.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

	Раздел (тема)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
1	Модуль 1. «Основные методы рентгенофазового анализа и определение структурных характеристик».	Подготовка к лабораторным работам: изучение теоретического материала по теме каждой лабораторной работы, составление ответов по теоретическим вопросам лабораторной работы, подготовка таблиц к заполнению. Составление отчетов по лабораторной работе Защита отчета по каждой лабораторной работе. Подготовка к зачету.	6
2	Модуль 2. «РСА сплавов, твердых растворов и сложных структур».	Подготовка к лабораторным работам: изучение теоретического материала по теме каждой лабораторной работы, составление ответов по теоретическим вопросам лабораторной работы, подготовка таблиц к заполнению. Составление отчетов по лабораторной работе Защита отчета по каждой лабораторной работе. Подготовка к сдаче зачета.	6

Правила выполнения лабораторных работ

1. Лабораторные работы выполняются студентами в отдельной тетради.
2. Отчет составляется студентом по каждой лабораторной работе: по трём в первом модуле и по четырём - во втором. Отчет выполняется в письменном виде в конце выполнения лабораторной работы с предварительной самостоятельной максимальной подготовкой.
3. В обязательном порядке студент перед выполнением лабораторной работы проходит инструктаж по технике безопасности с соответствующей отметкой под роспись в журнале инструктажа, для чего готовится заранее по вопросам 1-25 из списка вопросов к зачету по спецпрактикуму по РСА.
4. Описание лабораторной работы должно содержать цель, перечень оборудования, подробное логичное изложение эксперимента, выводы.
5. Срок сдачи лабораторной работы - не позже 2-х недель после выполнения работы на занятии.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины «Спецпрактикум по рентгеноструктурному анализу» применяются следующие интерактивные технологии: метод заданий, метод дебатов, метод презентации информации.

Лабораторные работы проводятся с использованием современных рентгенометрических программ, оборудования, основанного на взаимодействии рентгеновских лучей с веществом.

Для усвоения дисциплины используются интерактивные базы рентгенометрических данных, справочных физико-химических характеристик материалов.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

8.1 Отчет по лабораторным работам спецпрактикума по рентгеноструктурному анализу.

Отчет составляется студентом по каждой лабораторной работе - всего по семи лабораторным работам по двум модулям. Отчет выполняется в письменном виде. Отчет выявляет теоретические знания, практические умения и аналитические способности студентов.

Студент обязан знать правила техники безопасности и проходить инструктаж в обязательном порядке. .

8.2. Подготовка к выполнению лабораторных работ и защите отчетов по лабораторным работам.

Задания для подготовки к лабораторным работам

Модуль 1. «Основные методы рентгенофазового анализа и определение структурных характеристик».

1.1 Для подготовки к лабораторной работе № 1 «Аппаратура для рентгеновских исследований. Выбор режимов съёмки» студент предварительно изучает принципы методов рентгеноструктурного анализа, схемы и принципы действия аппаратуры для рентгеноструктурных исследований, основные узлы, типы рентгеновских камер, устройство рентгеновской трубки; а также осваивает теорию качественного фазового анализа в фотографическом и дифрактометрическом вариантах, изучает метод Лауэ, метод вращения, метод широко расходящегося пучка (метод Косселя), метод Дебая-Шеррера, основные этапы установления структуры кристаллов.

Для достижения цели (изучение устройства рентгеновской трубки, знакомство с устройством рентгеновского дифрактометра и установки рентгеноструктурной, изучение физических закономерностей и условий получения рентгендифракционных спектров) студент должен заранее подготовиться к ответам на вопросы 26-51 из списка вопросов к зачету по спецпрактикуму по РСА.

1.2 Для подготовки к лабораторной работе № 2 «Дифрактометрический метод определения неизвестной фазы вещества» студент должен изучить теоретический материал по получению дифракционной картины от поликристаллического образца, освоить алгоритм расчета рентгенограммы и идентификации фазы, уметь пользоваться международной рентгенометрической картотекой JCPDS-ASTM, рентгенометрическим определителем минералов, электронными рентгенометрическими базами данных, освоить особенности получения рентгендифракционного спектра от смеси двух веществ и идентификации фаз в смеси.

Для достижения цели (освоить метод рентгенофазового анализа кристаллического вещества, технику подготовки образца, выбор режимов съёмки, съёмку на рентгеновском дифрактометре общего назначения ДРОН-3М, получение качественного рентгендифракционного спектра, обработки данных) студент должен заблаговременно подготовиться к ответам на вопросы 52-69 из списка вопросов к зачету по спецпрактикуму по РСА.

1.3 Для подготовки к лабораторной работе № 3 «Метод Дебая-Шеррера в фотографическом варианте» студент должен изучить основы метода рентгенофазового анализа кристаллического вещества с фотографической регистрацией (технику подготовки образца, выбор режимов съёмки, съёмку в камере Дебая РКД или DSK рентгеноструктурной установки УРС-2.0, получение качественного

рентгендифракционного спектра), освоить алгоритм расчета межплоскостных расстояний по дебаграмме, способ индирования рентгенограмм и прецизионного измерения параметров ячейки, определение типа элементарной ячейки Бравэ.

Студент должен подготовиться к ответам на вопросы 70-76 из списка вопросов к зачету по спецпрактикуму по РСА.

Модуль 2. «РСА сплавов, твердых растворов и сложных структур».

2.1 Для подготовки к лабораторной работе № 4 студент должен освоить способы анализа структуры аморфных веществ и металлических расплавов методами рентгеновской дифрактометрии, анализа структурных изменений в металлах при деформации и последующем отжиге, рентгеноанализа остаточных напряжений (макронапряжений), анализа дефектов по уширению линий, также студент должен изучить методы выделения физического уширения, методы разделения вклада дисперсности и микродеформаций в физическое уширение, методы определения размеров блоков и микронапряжений, лекционный материал по структуре аморфных металлов и сплавов.

Для подготовки студент должен использовать вопросы 77-115 и изучить материалы научных статей журналов 7-9 из списка дополнительной литературы.

2.2. Для подготовки к лабораторной работе № 5 студент должен изучить методы рентгенографического анализа сплавов, анализа твердых растворов, освоить способы изучения изменений межатомных расстояний, определения типа твердого раствора, изучения упорядочения, определения дефектов упаковки.

Для подготовки студент должен использовать вопросы 77-115 и изучить материалы научных статей журналов 7-9 из списка дополнительной литературы.

2.3. Для подготовки к лабораторной работе № 6 студент должен изучить методы рентгеноструктурного анализа каркасных алюмосиликатов, образующих непрерывный ряд твердых растворов, способы определения Al-Si-упорядоченности, степени триклинности, освоить метод Д.Стьюарта и Т.Райта и метод "трех пиков" и его разновидности.

Для подготовки студент должен использовать вопросы 77-115 и изучить материалы научных статей журналов 7-9 из списка дополнительной литературы.

2.4. Для подготовки к лабораторной работе № 7 студент должен освоить методы рентгенография слоистых и смешаннослойных структур и изучить особенности дифракции рентгеновских лучей на плоском препарате с четко выраженной аксиальной текстурой.

Для подготовки студент должен использовать вопросы 77-115 и изучить материалы научных статей журналов 7-9 из списка дополнительной литературы.

8.3. Зачет

8.3.1. Критерии зачетной оценки

При определении оценки знаний студентов во время зачета преподаватели руководствуются следующими критериями:

К сдаче зачета допускаются студенты, посетившие лекционные занятия данного курса и выполнившие все лабораторные работы. При наличии пропусков темы пропущенных занятий должны быть отработаны. Программные вопросы к зачету доводятся до сведения студентов в начале семестра.

При определении итоговой оценки знаний студента учитывается активность и текущая успеваемость студента в течение семестра по данному предмету.

Оценка «зачет» - ставится при выполнении всех лабораторных работ и 70- 100 % правильных ответах на зачете.

Безупречным считается ответ, в котором правильно, ясно и подробно изложен теоретический материал по теоретическим вопросам и правильно выполнены и

оформлены лабораторные работы. Студент получает зачет при следующих соотношениях выполнения заданий билета:

при безупречном ответе на теоретические вопросы и наличии полностью выполненных и защищенных лабораторных работ,

при ответах на теоретические вопросы с небольшими неточностями и наличии полностью выполненных и защищенных лабораторных работ,

при спорности выставления зачета беседа ведется по теоретическому материалу и дополнительным вопросам к лабораторным работам.

В остальных случаях задание считается невыполненным и зачет не выставляется.

8.3.2. Вопросы к зачету:

1. Какие факторы опасности существуют при работе на рентгеновских установках?
2. Чем обеспечиваются безопасные условия работы на рентгеновских установках?
3. На каких явлениях основано действие ионизирующего излучения?
4. Какие защитные устройства современной рентгеновской аппаратуры Вы знаете?
5. Какие организационно-технические мероприятия необходимы в рентгеноструктурной лаборатории?
6. В чем заключается биологическое воздействие рентгеновских лучей?
7. Чем определяется степень биологического воздействия?
8. Определите понятие «Поглощаемая доза».
9. Что является единицей поглощенной энергии?
10. Чем особенно опасно рентгеновское излучение?
11. Как часто проводится проверка знаний по технике безопасности?
12. Как часто проводится медицинский осмотр персонала рентгеновских лабораторий?
13. Как часто проводится инструктаж по технике безопасности?
14. Персонал лаборатории обязан при себе иметь индивидуальные контрольные дозиметры, ежемесячно сдаваемые на проверку.
15. Как часто сдаются на проверку индивидуальные дозиметры?
16. Чем определяется степень радиационной опасности?
17. В каких единицах измеряется доза рентгеновского излучения?
18. В каких единицах измеряется доза гамма-излучения?
19. Для чего предназначен прибор рентгенометр?
20. Назовите основные узлы рентгенометра.
21. Как рассчитать поток излучения?
22. В каких единицах измеряется поток излучения?
23. Определите понятие «Биологическая доза».
24. В каких единицах измеряется биологическая доза?
25. Что такое «Предельно допустимая доза»?
26. Что такое рентгеновское излучение?
27. Как распространяются рентгеновские лучи?
28. Назовите способы регистрации рентгеновского излучения.
29. Чем обусловлена высокая проникающая способность рентгеновского излучения?
30. Для чего предназначена рентгеновская трубка? Как она устроена?
31. Какие процессы происходят при проникновении электрона в вещество анода?
32. По каким признакам производится классификация рентгеновских трубок?
33. Какие трубки применяются в рентгеноструктурном анализе?
34. Как устроены анод и катод трубки?
35. Опишите принцип работы рентгеновской трубки.

36. Что такое ток насыщения?
37. Как определяется предельная мощность?
38. Приведите электрические характеристики рентгеновских рубок.
39. Охарактеризуйте тормозной и характеристический спектры.
40. Разъясните, что такое K - и L - серии линий характеристического спектра.
41. Определите понятие «потенциал возбуждения».
42. Приведите классификацию рентгеновских аппаратов по способу регистрации дифрагированного излучения.
43. Назовите основные общие узлы рентгеновских аппаратов.
44. Перечислите основные узлы дифрактометра общего назначения.
45. Назовите основные характеристики счетчиков.
46. Опишите ход лучей в дифрактометре.
47. В чем заключается фокусировка по Бреггу-Брентано?
48. Какие способы регистрации дифракционных максимумов Вы знаете?
49. Назовите основные узлы аппарата рентгеноструктурного УРС-2.0.
50. Опишите порядок включения и выключения дифрактометра ДРОН - 3М.
51. Опишите порядок включения и выключения аппарата УРС-2.0.
52. Что такое атомная амплитуда рассеяния?
53. Что такое атомный фактор рассеяния?
54. От чего зависят величины, указанные в вопросе 1?
55. Почему каждое кристаллическое вещество имеет индивидуальную дифракционную картину?
56. Приведите вывод интерференционного уравнения
57. Проанализируйте уравнение Вульфа-Бреггов.
58. От чего зависит относительная интенсивность дифракционных максимумов?
59. Что такое фактор повторяемости?
60. Объясните, как возникает дифракционная картина при съемке поликристаллического образца.
61. Определите понятие «фаза».
62. Назовите преимущества рентгеновского метода исследования вещества.
63. Охарактеризуйте чувствительность фазового анализа.
64. Каким образом чувствительность зависит от размера кристаллитов?
65. Обоснуйте выбор типа излучения и материала фильтра.
66. Для чего нужен фильтр?
67. Каким образом проводится линия фона на рентгенограмме?
68. Как рассчитываются межплоскостные расстояния в случаях съемки с фильтром и без фильтра?
69. Как рассчитать погрешность определения межплоскостных расстояний?
70. Опишите схему метода порошка с фотографической регистрацией.
71. Что представляет собой дифракционная картина в фотометод?
72. Приведите формулы расчета Брегговского угла и коэффициента K.
73. Опишите устройство камеры Дебая-Шеррера.
74. Объясните, как готовится препарат для съемки фотометодом?
75. Опишите процесс центрирования образца, зарядки пленки и установки камеры на аппарат.
76. Как величины I , 2θ , $\theta_{изм.}$, $\Delta\theta$, $\theta_{испр.}$, $d\alpha$, $d\beta$ рассчитываются по рентгенограмме?
77. Опишите способы классификации кристаллических веществ по рентгендифракционным данным.
78. На каких принципах основано составление справочных картотек рентгенофазового анализа?

79. Расскажите о картотеке эмпирических справочных стандартов Объединенного комитета дифракционных стандартов.
80. Каким образом производится поиск и идентификация фаз по картотеке ASTM-ICPDS?
81. Как определить неизвестное вещество, используя электронную базу данных?
82. Опишите карточку JCPDS.
83. Какой картотекой следует пользоваться при идентификации фаз природных неорганических соединений?
84. Расскажите о системах поиска Михеева, Ханавальта, Финка.
85. Каким требованиям должен соответствовать эталон?
86. Опишите информационную карточку ICPDS-ASTM.
87. Как устроен алфавитный указатель?
88. Как устроен указатель межплоскостных расстояний Ханавальта?
89. Как устроен указатель Финка?
90. Что представляет собой рентгенограмма смеси двух фаз?
91. Какие способы анализа рентгенограмм смеси Вы знаете?
92. Какие рефлексы идентифицируемой фазы могут отсутствовать на рентгенограмме смеси?
93. Определите понятие текстура.
94. От каких факторов зависит величина интенсивности рефлекса?
95. Назовите способы получения дифракционной картины от монокристалла.
96. С какой целью определяют ориентировку кристалла?
97. Определите понятие «лауэграмма».
98. Опишите камеру для съемки лауэграмм.
99. Опишите схему съемки рентгенограммы по методу Лауэ.
100. Как происходит дифракция рентгеновских лучей на монокристаллах?
101. Что называют зоной кристаллографических плоскостей?
102. Что такое зональные кривые?
103. Какие кристаллографические проекции Вы знаете?
104. Как получить полярный комплекс?
105. Что такое полюсная фигура?
106. Охарактеризуйте дифракционные картины, получающиеся при рассеянии лучей кристаллами с объемно-центрированной и примитивной кубической ячейками.
107. Определите понятие элементарная ячейка.
108. Расскажите о структурной амплитуде и структурном факторе.
109. Расскажите о правилах погасания.
110. В чем заключается процесс индицирования?
111. Какие способы индицирования рентгенограмм Вы знаете?
112. Что характеризуют квадратичные формы?
113. Что такое параметры элементарной ячейки?
114. Какие способы определения угла дифракции Вы знаете?
115. Как определяется плотность вещества рентгеновским методом?

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Спецпрактикум по рентгеноструктурному анализу»

а) основная литература:

1. Астапова, Е.С. Основы кристаллографии [Текст] : учеб. пособие / Е. С. Астапова ; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. - 88 с.

б) дополнительная литература:

1. Астапова, Е.С. Основы рентгеноструктурного анализа. Спец. практикум по рентгеноструктурному анализу [Текст] : учеб.-метод. комплекс дисц. для спец. 010701-

Физика / Е. С. Астапова ; АмГУ, ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 172 с.

2. Горелик, С.С. Рентгенографический и электронно-оптический анализ [Текст] : учеб. пособие: Рек. УМО по обр. в обл. металлургии / С. С. Горелик, Ю. А. Скаков, Л. Н. Расторгуев. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : МИСИС, 2002. - 359 с

3. Рентгеноструктурный анализ [Текст] : лаб. практикум : рек. ДВ РУМЦ / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова [и др.]. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 116 с.

4. Миркин, Л. И. Рентгеноструктурный анализ. Индексирование рентгенограмм [Текст] : справ. рук. / Л. И. Миркин. - М. : Наука, 1981. - 496 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	http://193.49.43.4/dif/icsd/	База структурных данных для неорганических соединений.. ICSD (Inorganic Crystal Structure) Database
2	www.freemail.amursu.ru	Рентгеноструктурный анализ. Лабораторный практикум. Электронная версия.
3	http://www.icdd.com/	Программа для обучения работе с базой данных PDF-2 ICDD
4	http://database.iem.ac.ru/mincryst	WWW-MINCRYST Crystallographic and Crystallochemical Database for Mineral and their Structural Analogues
5	http://www.iqlib.ru	Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания.
6	http://window.edu.ru/	Единое окно доступа к образовательным ресурсам/ каталог/ профессиональное образование
7	http://www.ph4s.ru/book_ph_tvtelo.html	Физика твердого тела. Василевский А. С. М. Дрофа. 2010. 206 с.
8	http://193.49.43.4/dif/icsd/	База структурных данных для неорганических соединений ICSD (Inorganic Crystal Structure Database)
9	http://www.ph4s.ru/book_ph_tvtelo.html	Современная физика. Конденсированное состояние. Воронов В. К., Подоплелов А. В. М. Изд. ЛКИ. 2008. 336 с.
10	http://users.omskreg.ru/~kolosov/	П.Е.Колосов. Web-сайт-дистанционный курс "Рентгеноструктурный анализ" Омский государственный университет
11	http://nature.web.ru/db/msg.html?mid=1165325&s=.	Д.Ю.Пушаровский. Основные элементы кинематической теории рассеяния рентгеновских лучей. Электронная версия учебного пособия и курса лекций.
12	http://www.ccp14.ac.uk/ccp/web-mirrors/armel/tutorials.html	Armel Le Bail. Курс лекций по рентгеноструктурному анализу, руководство по пользованию SDPD-D

		(база данных по определению структуры из данных по порошковой дифракции).
13	http://users.omskreg.ru/~kolosov/kolosov/kolosov/public_html/cours/cryselect.html	Краткий конспект лекций и демонстрационные материалы по курсу "Рентгеноструктурный анализ" (для специальности "физика")
14	http://users.omskreg.ru/~kolosov/kolosov/kolosov/public_html/fizfak/programs/index.html	Учебно-методические указания по курсу "Рентгеноструктурный анализ"

г) периодические издания

1. Доклады Академии наук.
2. Известия вузов. Физика.
3. Вестник Амурского государственного университета.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование лабораторий, ауд.	Основное оборудование
1	Корпус № 1, ауд. 113 (лаборатория рентгеноструктурного анализа)	Банк рентгенометрических данных.
2	Корпус № 1, ауд. 113 (лаборатория рентгеноструктурного анализа)	Рентгеновский дифрактометр общего назначения ДРОН-3М
3.	Корпус № 1, ауд. 112 (лекционная)	Комплект ТСО Видеопроектор Epson Мультимедийный проектор-03г Ноутбук Пентиум 100-03г.
4	Учебный корпус № 8, музей минералогии и петрографии	Коллекции кристаллов природных неорганических соединений.

2. Краткое изложение программного материала

Дисциплина «Спецпрактикум по рентгеноструктурному анализу» основывается на изучении теоретического материала по теме каждой лабораторной работы, составлении ответов по теоретическим вопросам лабораторной работы, выполнении и составлении отчетов по лабораторной работе, защите отчета по каждой лабораторной работе.

Каждая лабораторная работа спецпрактикума по РСА содержит теоретическую часть, описание порядка выполнения работы, список контрольных вопросов. Лабораторная работа выполняется в течение 4-х часов с учетом предварительной подготовки прибора.

Обязательным для каждого студента является инструктаж по технике безопасности, съемки образцов, пользования рентгенометрическими базами данных в лаборатории, составления предварительного отчета по лабораторной работе.

Теоретическая часть и методические указания по выполнению лабораторных работ представлены в учебном пособии Рентгеноструктурный анализ [Текст] : лаб. практикум : рек. ДВ РУМЦ / АмГУ, ИФФ ; сост. Е. С. Астапова [и др.]. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 116 с.

Отчет лабораторной работы спецпрактикума по РСА должен содержать следующие разделы:

1. формулировка цели работы;
2. краткое описание теории (физическая суть метода, основные математические выражения с пояснением физического смысла величин, обоснование выбора режима съемки и т.п.);
3. перечисление используемого оборудования, программ, справочного материала;
4. алгоритм выполнения съемки и расчетов, определение погрешности, экспериментальные и рассчитанные данные должны быть представлены в таблицах с пояснениями;
5. анализ полученных результатов и выводы.

Знания и умения, которые должен приобрести студент в ходе выполнения каждой лабораторной работы, а также задания для подготовки к лабораторным работам представлены в пункте 8.2 рабочей программы.

3 Методические указания (рекомендации)

3.1 Методические указания для преподавателей

Дисциплина «Спецпрактикум по рентгеноструктурному анализу» относится к циклу специальных дисциплин, федеральная компонента. Для изучения дисциплины предусмотрена аудиторная и самостоятельная формы работы.

Главное назначение спецпрактикума – приобретение студентами необходимых умений и навыков в проведении физического эксперимента. При этом студенты должны проверить основные закономерности явлений, познакомиться с методами измерений и правилами обработки результатов измерений, научиться обращению с современной научной аппаратурой. Студенты выполняют лабораторные работы по графику, имеющемуся в аудитории. Каждому занятию предшествует предварительная подготовка студента.

К выполнению новой (следующей) работы допускаются студенты, сдавшие отчет по предыдущей лабораторной работе и успешно прошедшие собеседование с преподавателем. Формальным признаком готовности студента к занятию является наличие у него отчета по предстоящей работе. Для получения допуска студент должен показать усвоение им метода определения искомым физических величин, понимание исследуемых в работе физических явлений, уяснение физического смысла основных величин. Студенты, получившие допуск, приступают к выполнению лабораторной

работы. В лаборатории необходимо строго соблюдать правила техники безопасности. В ходе занятия запрещается заниматься посторонними делами, подходить к другим установкам и мешать выполнению работ студентами. Студенты работают бригадами. Отчет у каждого студента должен быть индивидуальным. Не сделанные без уважительной причины работы выполняются с разрешения преподавателя в специально отведенное время.

Первый этап работы – ознакомление студентов с предложенными инструментами, приборами и аппаратурой. Следующий этап выполнения работы – монтаж, наладка экспериментальной установки (если это необходимо). Монтаж установки, выполненный студентом, должен быть проверен преподавателем или лаборантом. Только после этой проверки студент приступает к самостоятельному выполнению работы. При первых наблюдениях никаких отсчетов и записей производить не следует. Лишь после того, как студент несколько раз проследит явление, научится управлять установкой и проведет так называемые «прицелочные измерения», можно приступить к записи показаний приборов. Результаты измерений в тех единицах, в которых снимаются показания приборов (это – не обязательно единицы СИ), заносятся в таблицу, представленную в методических указаниях или составленную студентом. Полученные результаты представляются преподавателю. По окончании работы студент завершает оформление отчета по лабораторной работе.

Защита лабораторной работы проводится на следующем занятии и включает в себя такие элементы, как: а) собеседование по экспериментальной части работы; б) обсуждение результатов выполнения работы; в) ответы студентов на контрольные вопросы, имеющиеся в методических указаниях к лабораторным работам. Возможны ситуации, когда на лабораторном занятии студенты работают по темам, которые еще не освещались в лекциях и не изучались на практических занятиях. В связи с этим важна и ответственна роль учебников, учебных пособий и справочной литературы, которые должны иметь студенты на занятиях.

Критериями оценки результатов работы студентов в течение студента являются: уровень освоения студентом учебного материала, умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач, обосновать четкость изложения ответов, лабораторных работ.

По окончании курса студенты обязаны сдать зачет. Сроки проведения итогового контроля устанавливается графиком учебного процесса. При проведении итогового контроля по дисциплине преподаватель должен оценить уровень сформированности у студентов умений и навыков при освоении программы дисциплины.

3.2 Методические указания для студентов

В высшей школе студент должен прежде всего сформировать потребность в знаниях и научиться учиться, приобрести навыки самостоятельной работы, необходимые для непрерывного самосовершенствования, развития профессиональных и интеллектуальных способностей.

Методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам.

1. Лабораторные работы выполняются по индивидуальному графику бригадой, состоящей из 2-3 студентов.

2. Подготовка к лабораторным работам требует достаточное количество времени, поэтому целесообразно планировать ее заранее!

3. Каждому занятию предшествует предварительная подготовка студента, которая включает в себя: а) ознакомление с содержанием лабораторной работы по методическим указаниям к ней; б) проработку теоретической части по учебникам, рекомендованным в методических указаниях; в) подготовка отчета по лабораторной работе.

Отчет должен содержать:

- 1) название лабораторной работы;
- 2) цель;
- 3) приборы и принадлежности;
- 4) таблицу для занесения метрологических характеристик измерительных приборов;
- 5) теоретическую часть (основные понятия и законы);
- 6) описание метода измерений и установки;
- 7) таблицы для записи в них результатов измерений.

Теоретическая часть должна быть краткой, занимать не более листа. Она должна содержать основные положения, законы, лежащие в основе изучаемого физического явления, и рабочую формулу (без вывода) с расшифровкой всех буквенных обозначений. Студент должен помнить, что методические указания к лабораторным работам являются только основой для их выполнения. Теоретическую подготовку к каждой лабораторной работе необходимо осуществлять с помощью учебной литературы.

4. Оформление результатов работы производится в **личном лабораторном журнале** студента. Утерянный лабораторный журнал подлежит восстановлению.

5. Перед выполнением эксперимента студент должен получить допуск к работе. Для получения допуска студент должен пройти собеседование с преподавателем и ответить на следующие вопросы:

- какова цель экспериментальной задачи? Каковы основы теории изучаемого явления, основные понятия и формулы?
- каков принцип работы экспериментальной установки?
- каковы основные этапы эксперимента.

5. Получив допуск, выполните эксперимент с соблюдением его методики и правил техники безопасности. Занесите данные измерений в таблицы вашего отчета.

После выполнения эксперимента студент должен получить отметку преподавателя о выполнении работы. Без **подписи** преподавателя работа не считается выполненной. Не рекомендуется разбирать установку или изменять ее параметры до проверки результатов преподавателем. Одно измерение следует провести в присутствии преподавателя.

6. Произведите вычисление искомого параметра (или зависимости). Произведите обработку измерений. Отчет должен быть оформлен аккуратно: чертежи и таблицы следует выполнять **по линейке**, цифры должны легко и правильно читаться. В случае графического представления результатов используйте только масштабную координатную бумагу.

6. Запишите результат экспериментального задания, укажите абсолютную и относительную погрешность измерений, сделайте выводы.

7. Для получения зачета по работе необходимо представить преподавателю оформленный отчет со всеми необходимыми расчетами и защищает его в ходе последующего собеседования. Для получения зачета студент представляет преподавателю оформленный отчет **со всеми расчетами**.

8. Если студент не выполнил лабораторную работу, то на следующем занятии он выполняет следующую по графику работу. Пропущенную работу можно выполнить в течение семестра на другом занятии, предварительно получив допуск у преподавателя.

9. Следует своевременно сдавать выполненные работы: не допускается выполнение следующей работы при наличии двух выполненных, но не зачтенных работ.

4. Контроль знаний.

Контроль знаний, умений и навыков студентов по изучению дисциплины осуществляется на уровне текущего и итогового контроля.

4.1 Текущий контроль знаний

Текущий контроль успеваемости проводится с целью повышения качества и прочности знаний, проверки процесса и результатов усвоения учебного материала. Текущий контроль успеваемости проводится в течении семестра и предполагает вставление каждому студенту отметок, оценивающих выполнение им всех видов работ, предусмотренных учебной программой дисциплины.

Текущий контроль осуществляется при выполнении лабораторных работ. Формой учета знаний по дисциплине является зачет

Кроме этого в конце семестра перед проведением зачета рекомендуется провести контролирующий тест. Цель тестирования - способствовать повышению эффективности обучения учащихся, выявить уровень усвоенных теоретических знаний, выявить практические умения и аналитические способности студентов. Тест позволяет определить, какой уровень усвоения знаний у того или иного учащегося, т.е. определить пробелы в обучении. При подготовке к контролирующему тесту необходимо повторить теоретический материал по темам лабораторных работ.

Контролирующий тест по дисциплине
«Спецпрактикум по рентгеноструктурному анализу».
25 заданий время выполнения 60 минут

1. Безопасные от действия излучения условия работы обеспечиваются (несколько вариантов ответа):

- защитными устройствами современной аппаратуры;
- необходимыми организационно-техническими мероприятиями;
- строгим выполнением работающими правил техники безопасности;
- дозиметрией рентгеновского и гамма-излучения;

2. Фактор повторяемости определяется как (один вариант ответа):

- количество семейств с данной ретикулярной плотностью и данным межплоскостным расстоянием, одинаковым образом ориентированных в кристалле;
- количество семейств с различной ретикулярной плотностью и данным межплоскостным расстоянием, одинаковым образом ориентированных в кристалле;
- количество семейств с данной ретикулярной плотностью и данным межплоскостным расстоянием, но различным образом ориентированных в кристалле;
- количество семейств с различной ретикулярной плотностью и различным межплоскостным расстоянием, различным образом ориентированных в кристалле;

3. В чем заключается процесс индирования (один вариант ответа):

- в определении индексов дифракционных максимумов;
- в определении параметров элементарной ячейки;
- в определении структурного типа кристаллического тела;
- в определении позиции атома в кристалле;

4. Что такое параметры элементарной ячейки? (один вариант ответа)

- характеристики кристалла, зависящие от химического состава, типа химической связи, температуры, дефектности кристаллической решетки и напряжений, возникающих при деформации кристалла;

- характеристики кристалла, зависящие от температуры, дефектности кристаллической решетки и напряжений, возникающих при деформации кристалла;
 - характеристики кристалла, зависящие от химического состава, типа химической связи, температуры;
 - характеристики кристалла, зависящие от химического состава, температуры, дефектности кристаллической решетки и напряжений, возникающих при деформации кристалла, вида излучения.
- 5. Степень радиационной опасности определяется (один вариант ответа):**
- экспозиционной мощностью дозы; энергией излучения; характером облучения работающих; временем облучения;
 - энергией излучения; характером облучения работающих; временем облучения;
 - экспозиционной мощностью дозы; энергией излучения; временем облучения;
 - экспозиционной мощностью дозы; энергией излучения; характером облучения работающих; временем облучения; поглощаемой дозой;
- 6. Как часто проводится медицинский осмотр персонала рентгеновских лабораторий? (один вариант ответа)**
- один раз в год;
 - два раза в год;
 - один раз в два года;
 - никогда.
- 7. Как часто проводится инструктаж по технике безопасности? (один вариант ответа)**
- один раз в два года;
 - один раз в год;
 - два раза в год;
 - никогда.
- 8. Что является единицей поглощенной энергии? (один вариант ответа)**
- 1 рад;
 - 1 бэр;
 - 1 рентген.
- 9. Определите понятие элементарная ячейка**
- куб, трансляцией которого по всем направлениям можно восстановить решетку кристалла;
 - многогранник, трансляцией которого по всем направлениям можно восстановить решетку кристалла;
 - многогранник, трансляцией которого в одном направлении можно восстановить решетку кристалла;
- 10. Что такое предельно допустимая доза? (один вариант ответа)**
- наибольшее значение индивидуальной дозы, которое при равномерном воздействии в течение 50 лет вызовет у человека биологические изменения;
 - наибольшее значение индивидуальной дозы, которое при равномерном воздействии в течение 50 лет не вызовет у человека биологических изменений;
 - наименьшее значение индивидуальной дозы, которое при равномерном воздействии в течение 50 лет не вызовет у человека биологических изменений;
 - наименьшее значение индивидуальной дозы, которое при равномерном воздействии в течение 50 лет вызовет у человека биологические изменения.
- 11. Как распространяются рентгеновские лучи? (один вариант ответа)**
- прямолинейно, не отклоняясь электрическим и магнитным полями.
 - прямолинейно, но отклоняются электрическим и магнитным полями.

- довольно сильно преломляются и отклоняются электрическим и магнитным полями.
12. **Определите понятие потенциал возбуждения. (один вариант ответа)**
- наименьшее напряжение, необходимое для получения данной серии рентгеновского спектра;
 - наибольшее напряжение, необходимое для получения данной серии рентгеновского спектра;
 - наименьшее напряжение, необходимое для получения всех серий рентгеновского спектра;
13. **Через какие зависимости выражаются электрические характеристики рентгеновских трубок? (несколько вариантов ответа)**
- $I_H = f(I_T)$ при $U_a = const$;
 - $I_T = f(I_H)$ при $U_a = const$
 - $I_T = f(U_a)$ при $I_H = const$
 - $I_T = f(I_H)$ при $U_a = const$
14. **От чего зависит относительная интенсивность дифракционных максимумов? (один вариант ответа)**
- от ретикулярной плотности плоскостей данного семейства;
 - от характеристик рентгеновской трубки;
 - от подаваемого напряжения.
15. **Определите понятие «фаза». (один вариант ответа)**
- это термодинамически неравновесная часть системы, характеризующаяся определенным химическим составом, гомогенностью химических и физических свойств и наличием границы раздела;
 - это термодинамически равновесная часть системы, характеризующаяся определенным химическим составом, гомогенностью химических и физических свойств и наличием границы раздела;
 - это термодинамически равновесная совокупность множества различных систем, характеризующаяся определенным химическим составом, гомогенностью химических и физических свойств и наличием границы раздела.
16. **Каким образом чувствительность рентгеновского метода зависит от размеров кристаллитов? (один вариант ответа)**
- при размерах кристаллитов больше чем 10^7 м, интерференционные линии размываются и сливаются с фоном рентгенограммы;
 - при размерах кристаллитов меньше чем 10^{-7} м, интерференционные линии отчетливо видны;
 - при размерах кристаллитов меньше чем 10^{-7} м, интерференционные линии размываются и сливаются с фоном рентгенограммы;
17. **Что представляет собой дифракционная картина в фотометод? (один вариант ответа)**
- совокупность точек, выстроенных в ряд;
 - систему коаксиальных конусов
 - систему параллельных прямых
18. **Что означает символ * в алфавитном указателе? (один вариант ответа)**
- надежные сведения;
 - расчетные данные;
 - менее надежные данные.
19. **Какие способы индцирования рентгенограмм вы знаете? (один вариант ответа)**
- графический;
 - аналитический;

- метод наименьших квадратов;
- 20. Охарактеризуйте рентгеновский метод. (несколько вариантов ответа)**
- прямой метод фазового анализа;
 - косвенный метод;
 - экспрессный метод;
 - метод разрушающего контроля.
- 21. Для чего необходим отсеивающий фильтр? (один вариант ответа)**
- позволяет убрать линию фона;
 - ослабляет вторичное и дифрагированное излучение;
 - позволяет разрешить дублет.
- 22. Каким образом проводится линия фона на рентгенограмме? (один вариант ответа)**
- через точки, которые являются центрами тяжести дифракционного пика;
 - по нижнему краю дифракционной картины;
 - через максимумы на рентгенограмме.
- 23. Определите понятие чувствительность фазового анализа.**
- минимальное количество фазы, которое может быть обнаружено рентгеновским методом;
 - максимальное количество фазы, которое может быть обнаружено рентгеновским методом;
 - минимальное количество фазы, которое нельзя обнаружить рентгеновским методом.
- 24. Определите понятие чувствительность фазового анализа.**
- минимальное количество фазы, которое может быть обнаружено рентгеновским методом;
 - максимальное количество фазы, которое может быть обнаружено рентгеновским методом;
 - минимальное количество фазы, которое нельзя обнаружить рентгеновским методом.
- 25. Что такое параметры элементарной ячейки? (один вариант ответа)**
- характеристики кристалла, зависящие от химического состава, типа химической связи, температуры, дефектности кристаллической решетки и напряжений, возникающих при деформации кристалла;
 - характеристики кристалла, зависящие от температуры, дефектности кристаллической решетки и напряжений, возникающих при деформации кристалла;
 - характеристики кристалла, зависящие от химического состава, типа химической связи, температуры;
 - характеристики кристалла, зависящие от химического состава, температуры, дефектности кристаллической решетки и напряжений, возникающих при деформации кристалла, вида излучения.

4.2 Итоговый контроль знаний

К итоговым формам контроля, проводимым по данной дисциплине, является зачет. Примерные зачетные и экзаменационные вопросы представлены в пункте 8 рабочей программы дисциплины.

Примерный зачетный билет

Амурский государственный университет

Утверждаю
Зав. кафедрой _____

Факультет ИФ
Спецпрактикум
Зачет 9 семестр

« ___ » _____ 20__ г.

Билет № 1

1. Принцип работы рентгеновской трубки.
2. Структурная амплитуда и структурный фактор.

5. Интерактивные технологии и инновационные методы, используемые в образовательном процессе.

При изучении дисциплины «Спецпрактикум по рентгеноструктурному анализу» применяются следующие интерактивные технологии: метод заданий, метод дебатов, метод презентации информации.

Лабораторные работы проводятся с использованием современных рентгенометрических программ, оборудования, основанного на взаимодействии рентгеновских лучей с веществом.

Для усвоения дисциплины используются интерактивные базы рентгенометрических данных, справочных физико-химических характеристик материалов.