

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет
Кафедра физических методов исследования твёрдого тела



Рабочая программа дисциплины

СПЕЦПРАКТИКУМ 1

направление подготовки: **03.03.02 Физика**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)					
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
5	36			16	18			2			
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 18 часов											
Компетенции ПК-2											

Ответственный за образовательную программу,
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	4
5. Перечень учебной литературы.	10
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	10
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	10
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	11
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	11
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	11

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Дисциплина «Спецпрактикум 1» предназначена для практического освоения студентами-физиками основ научного эксперимента и знакомство с современным научным оборудованием для рентгенографических исследований кристаллических объектов.

Цель дисциплины – дать студентам представления об экспериментальных возможностях рентгенодифракционного метода, практические навыки работы на современном оборудовании для выполнения исследовательских работ (рентгеновские дифрактометры, станции СИ), навыки интерпретации экспериментальных данных с использованием стандартных методик.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПК-2 Способность использовать специализированные знания в области физики при решении научных и практических задач в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>ПК -2.2. Применяет теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p> <p>ПК -2.3. Использует специализированные знания в области физики при выборе методов расчета, проведении статистического анализа экспериментальных данных в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Знать возможности и основные блоки устройства современного рентгеновского дифракционного оборудования; основные этапы и методики проведения научного эксперимента, принципы обработки данных и работы с современными базами данных.</p> <p>Уметь подготовить и выполнить дифракционный эксперимент на моно- и поликристаллических образцах; пользоваться программным обеспечением для обработки полученных дифрактограмм, составить и защитить научный отчёт.</p> <p>Владеть навыками применения методики рентгенофазового анализа поликристаллов; программными комплексами для обработки экспериментальных дифракционных данных.</p>

Знания и навыки, получаемые при выполнении лабораторных работ в рамках данного спецпрактикума, необходимы для дальнейшей подготовки квалификационной работы бакалавра.

Лабораторные работы, входящие в дисциплину «Спецпрактикум 1», выполняются непосредственно в научно-исследовательских лабораториях НГУ, Института катализа и Института неорганической химии СО РАН (базовых институтов кафедры физических методов исследования твёрдого тела). Занятия идут в интерактивной форме в составе малых групп (1-5 человека). Преподавателем описывается план предстоящей работы, ставятся задачи. Обсуждаются способы решения поставленных задач, оптимальность предложенных решений. Умение ответить на вопросы сокурсников и преподавателя развивает навыки, которые будут необходимы в дальнейшей профессиональной деятельности студента.

Всюду, где это допускается уровнем знаний и подготовки студентов, материал практических работ увязывается с современными исследованиями в данной области.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Спецпрактикум 1» реализуется в течение 5-го семестра для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика, направленность «Общая и фундаментальная физика». Для его восприятия требуется предварительная подготовка студентов по электродинамике и кристаллографии. Он должен предшествовать прохождению производственной практики (НИР) и выполнению квалификационной работы бакалавра, т.к. дает необходимые знания и навыки для проведения научных исследований.

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	36			16	18			2		
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 18 часов										
Компетенции ПК-2										

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лабораторные занятия, самостоятельная работа студента, зачёт.

Общая трудоёмкость рабочей программы дисциплины составляет 1 зачётная единица.

- лабораторные занятия – 16 часов;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 18 часов;
- промежуточная аттестация (зачёт) – 2 часа;

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (лабораторные занятия, зачёт) составляет 18 часов.

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студен- тов и трудоёмкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	
				Лекции	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Определение материала анода рентгеновской трубки	1-3	8		4	4	
2	Измерение длин волн характеристического спектра рентгеновской трубки	4-7	8		4	4	
3	Рентгенофазовый анализ поликристаллических образцов	8-11	8		4	4	
4	Индицирование дифрактограммы кубической фазы.	12-15	8		4	4	
5.	Подготовка отчета Самостоятельная подготовка к зачету	16-17	2			2	2
6.	Зачет	17	2				2
Всего			36		16	16	2

Программа лабораторных занятий (16 часов)

Лабораторная работа №1. Определение материала анода рентгеновской трубки.

1. Знакомство с устройством дифрактометра (Bruker D8, Shimadzu XRD-7000, ДРОН-3): общая схема прибора, порядок включения, меры безопасности.
2. Получение дифрактограммы от любого поликристаллического образца либо ориентированной монокристаллической пластинки.
3. Определение потенциала возбуждения характеристического излучения рентгеновской трубкой (студенты должны сами предложить стратегию).
4. Определение коэффициента поглощения алюминиевой (никелевой) фольги определенной толщины.
5. Сравнение полученных результатов и вывод о материале анода рентгеновской трубки, установленной в конкретный прибор. **(Кол-во часов - 1)**

Лабораторная работа №2. Измерение длин волн характеристического спектра рентгеновской трубки.

1. Знакомство с устройством дифрактометра (Bruker D8, Shimadzu XRD-7000, ДРОН-3): общая схема прибора, порядок включения, меры безопасности.
2. Схема Брэгга-Брентано. Приготовление образца.
3. Исследование образца с известными межплоскостными расстояниями с использованием селективно-поглощающего фильтра и без него.

4. Обработка полученных результатов – определение углов и интенсивностей дифракционных пиков.
5. Вычисление длин волн по формуле Брэггов-Вульфа и оценка точности измерений.
6. Работа со справочными данными и определение вещества анода. **(Кол-во часов - 1)**

Лабораторная работа №3. Рентгенофазовый анализ поликристаллических образцов

1. Знакомство с устройством дифрактометра (Bruker D8, Shimadzu XRD-7000, ARL X'TRA, ДРОН-3): общая схема прибора, порядок включения, меры безопасности.
2. Схема Брэгга-Брентано. Приготовление образца.
3. Исследование образца.
4. Измерение углов дифракции и межплоскостных расстояний.
5. Работа со справочными данными (картотека PDF, Википедия) и идентификация исследованной фазы.
6. Идентификация фазы в автоматическом режиме с помощью современных программ. **(Кол-во часов -1)**

Лабораторная работа №4. Определение структурных характеристик образцов.

1. Знакомство с устройством дифрактометра (Bruker D8, Shimadzu XRD-7000, ARL X'TRA, ДРОН-3): общая схема прибора, порядок включения, меры безопасности.
2. Схема Брэгга-Брентано. Приготовление образца.
3. Исследование образца.
4. Измерение углов дифракции и межплоскостных расстояний, относительных интенсивностей рефлексов.
5. Работа со справочными данными (картотека PDF, COD) и идентификация исследованных фаз, поиск реперных фаз.
6. Необходимо построить калибровочный график зависимости параметра для твердых растворов от химического состава по известным литературных соединениям.
7. Определение параметра решетки из экспериментальных рентгенограмм.
8. Используя правило Вегарда необходимо определить химический состав по экспериментальным данным (параметру решетки).

Вариант

1. Методом Вильямсона-Холла по дифракционной картине определить размер областей когерентного рассеяния и величину микроискажений.
 2. Проверить размерности, оценить погрешности.
- (Кол-во часов -1)**

Лабораторная работа №5. Индексирование дифрактограммы кубической фазы.

1. Знакомство с устройством дифрактометра (Bruker D8, Shimadzu XRD-7000, ARL X'TRA, ДРОН-3): общая схема прибора, порядок включения, меры безопасности.
2. Схема Брэгга-Брентано. Приготовление образца.
3. Исследование образца с кубической ячейкой: определение углов дифракции, расчет отношений квадратов синусов, определение типа решетки и ее параметра a .

4. Индексирование дифрактограммы. Оценка точности измерений межплоскостных расстояний в разных областях дифрактограммы, выбор отражения.
5. Оценка точности измерений. **(Кол-во часов - 1)**

Лабораторная работа №6. Проведение практических экспериментов на лабораторных порошковых рентгеновских дифрактометрах.

1. Обсуждение лекций, контрольные вопросы.
2. Знакомство с устройством дифрактометра (Bruker D8, ARL X'TRA) общая схема прибора, порядок включения, меры безопасности.
3. Съёмка флюоресцирующей пластинки.
4. Приготовление образца и получение дифрактограммы от любого поликристаллического образца (монета, поваренная соль, мел и т.д) либо ориентированной монокристаллической пластинки.
5. Получение дифрактограммы от держателя образца либо ориентированной монокристаллической пластинки.
6. Получение дифрактограммы от эталона (корунд, диоксид кремни и др.).
7. Выполнение домашних заданий. Подготовка отчета. **(Кол-во часов - 1)**

Лабораторная работа №7. Декомпозиция рентгеновских порошковых дифракционных картин на колоколообразные функции.

1. Обсуждение лекций, контрольные вопросы, разбор домашнего задания.
2. Каждому студенту предоставляется порошковая дифракционная картина неизвестного образца (текстовый файл с расширением .x_u или .dat; первая колонка – углы отражения 2θ , вторая – интенсивности).
3. Используя программу Fitxk необходимо выполнить аппроксимацию экспериментальных пиков функциями Гаусса, определить их положения и ширины, площадь, высоту. Фон аппроксимируется линейной функцией.
4. Аналогичную процедуру (п.4) провести функциями Лоренца, сравнить результаты аппроксимацией, выполненной Гауссом.
5. Выполнение домашних заданий. Подготовка отчета.
(Кол-во часов - 1)

Лабораторная работа №8. Определение размеров областей когерентного рассеяния и микроскажений методом Вильямсон-Холла

1. Обсуждение лекций, контрольные вопросы.
2. Каждому студенту предоставляется порошковая дифракционная картина неизвестного образца (текстовый файл с расширением .x_u или .dat; первая колонка – углы отражения 2θ , вторая – интенсивности).
3. Методом Вильямсона-Холла по дифракционной картине определить размер областей когерентного рассеяния и величину микроскажений.
4. Проверить размерности, оценить погрешности.
5. Выполнение домашних заданий. Подготовка отчета.
(Кол-во часов - 1)

Лабораторная работа №9. Проведение фазового анализа порошковых образцов, индцирование, определение параметров решетки.

1. Обсуждение лекций, контрольные вопросы, разбор домашнего задания.
2. Каждому студенту предоставляется порошковая дифракционная картина неизвестного образца (текстовый файл с расширением .x_u или .dat; первая колонка – углы отражения 2θ , вторая – интенсивности).
3. По карточке порошковой базы данных PDF провести индцирование пиков, определить индексы Миллера.
4. Рассчитать межплоскостные расстояния.
5. Рассчитать параметры решетки.
6. Выполнение домашних заданий. Подготовка отчета.

(Кол-во часов - 1)

Лабораторная работа №10. Определение химического состава твердых растворов по правилу Вегарда.

1. Обсуждение лекций, контрольные вопросы, разбор домашнего задания.
2. Каждому студенту предоставляется серия порошковых дифракционных картин твердых растворов (например, Ni-Cu, текстовый файл с расширением .x_u или .dat; первая колонка – углы отражения 2θ , вторая – интенсивности).
3. Используя открытую онлайн базу структурных данных Crystallography Open Database (COD) необходимо найти параметры элементарных ячеек чистых фаз. Послеч следует сохранить CIF. файл, который далее будет использоваться для визуализации структуры в программе Vesta.
4. Необходимо построить калибровочный график зависимости параметра для твердых растворов $Ni_yCu_{(1-y)}$ от химического состава, для этого:
 - по оси абсцисс - параметр элементарной ячейки (a , Å)
 - по оси ординат – содержание Ni в образце (y)
 - добавляем две точки из литературных данных (база данных COD) для $y = 0$ («чистый» Cu) и для $y = 1$ («чистый» Ni)
5. Определение параметра решетки из экспериментальных рентгенограмм.
6. Используя правило Вегарда (график зависимости), необходимо определить y (содержание Ni) по экспериментальным данным.
7. Выполнение домашних заданий. Подготовка отчета.

(Кол-во часов - 1)

Лабораторная работа №11. Моделирование порошковых дифракционных картин методом Ритвельда

1. Обсуждение лекций, контрольные вопросы, разбор домашнего задания.
2. Студентам выдается рентгенограмма, полученная от двухфазного образца (текстовый файл с расширением .x_u или .dat; первая колонка – углы отражения 2θ , вторая – интенсивности).
3. Используя открытую онлайн базу структурных данных Crystallography Open Database необходимо найти карточки CIF соответствующих соединений.

4. Провести расчет теоретических дифрактограмм (знакомство с программой PCW). цель – полнопрофильным анализом определить соотношение фаз.
5. Выполнение домашних заданий. Подготовка отчета. **(Кол-во часов - 1)**

Лабораторная работа №12. Определение состава твердых растворов в схеме Дебая-Шерера.

1. Знакомство с устройством дифрактометра (Bruker D8 Venture, Bruker X8): общая схема прибора, порядок включения, меры безопасности.
2. Схема Дебая-Шерера. Приготовление образца.
3. Калибровка геометрических параметров эксперимента по эталонному образцу (монокристалл кремния).
4. Интегрирование 2D дифракционных данных. Индексирование дифрактограммы и определение значения параметра кубической ячейки образца твердого раствора.
5. Определение состава твердого раствора с использованием правила Вегарда.

(Кол-во часов - 1)

Лабораторная работа №13. Рентгенофазовый анализ поликристаллических образцов в схеме Дебая-Шерера.

1. Знакомство с устройством дифрактометра (Bruker D8 Venture, Bruker X8): общая схема прибора, порядок включения, меры безопасности.
2. Схема Дебая-Шерера. Приготовление образца.
3. Калибровка геометрических параметров эксперимента по эталонному образцу (монокристалл кремния).
4. Интегрирование 2D дифракционных данных. Индексирование дифрактограммы и определение значения параметра кубической ячейки образца с использованием дифракционных отражений в малоугловой и высокоугловой областях дифрактограммы.
5. Сравнение полученных значений параметра кубической ячейки образца с эталонным значением, оценка качества калибровки в разных областях дифрактограммы.

(Кол-во часов - 2)

Лабораторная работа №14. Определение параметров элементарной ячейки монокристалла.

1. Знакомство с устройством дифрактометра (Bruker D8 Venture, Bruker X8): общая схема прибора, порядок включения, меры безопасности.
2. Знакомство с пакетом программ Bruker APEX (???).
3. Отбор монокристалла и оценка качества дифракционной картины.
4. Расчет стратегии съемки, сбор дифракционных рефлексов и индексирование.
5. Проверка правильности индексирования, уточнение параметров элементарной ячейки.
6. Сравнение полученных значений параметров элементарной ячейки монокристалла с эталонными, оценка точности измерения параметров элементарной ячейки с использованием монокристалльного дифрактометра.

(Кол-во часов - 2)

Самостоятельная работа студентов (18 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к лабораторным занятиям.	8
Подготовка отчётов по выполненным работам	8
Подготовка к зачёту	2

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

1. Громилов С.А. Введение в рентгенографию поликристаллов. Учеб.-метод. пособие. Новосибирск: НГУ, 2009. – 54 с.(8 экз.)
2. Шаскольская М. П. Кристаллография. М.: Высшая школа, 1984, 375 с. (26 экз.)
3. Порай-Кошиц М. А. Основы структурного анализа химических соединений: [учеб. пособие для хим. спец. ун-тов] / М. А. Порай-Кошиц. М.: Высшая школа, 1989, 191 с. ISBN 5-06-000074-5 (2 экз.)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

1. Громилов С.А. Введение в рентгенографию поликристаллов. Учеб.-метод. пособие. Новосибирск: НГУ, 2009. – 54 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

1. <http://www.ccp14.ac.uk/index.html>
2. <http://www.iucr.org/iucr-top/>
3. *National Institute of Standard and Technology*. NIST, 1991. <https://www-s.nist.gov>.
4. Электронная база кристаллоструктурных данных для неорганических соединений ICSD. *Inorganic Crystal Structure Database*, ICSD, Release 2008, Fachinformationszentrum Karlsruhe, D-1754 Eggenstein-Leopoldshafen, Germany, 2008.
5. Международная электронная база порошковых рентгенографических данных PDF. *Powder Diffraction File. PDF-2/Release 2009*. // International Centre for Diffraction Data. USA. 2009.
6. Электронная база кристаллоструктурных данных (CSD) Кембриджского кристаллографического центра (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
7. Открытая коллекция кристаллических структур органических, неорганических, металлоорганических соединений и минералов. <http://www.crystallography.net/cod/>

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Специализированные программные продукты для изучения дисциплины и анализа и интерпретации рентгенографических данных: PCW, Fityk, Vesta и др..

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

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

3. Лаборатории.

4. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется посредством проверок отчётов, составленных обучающимися к каждому лабораторному практикуму, о работе, проведённой на предыдущем занятии. На каждом занятии отчёты разбираются, задаются контрольные вопросы на знание материала.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области рентгенографии в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на зачёте. Зачёт проводится в конце семестра в зачётную неделю в устной форме. При получении зачета учитываются результаты текущего контроля: должны быть оформлены и сданы отчеты по всем лабораторным работам. Помимо этого, обучающиеся должны ответить на контрольные вопросы непосредственно во время зачета. Вопросы подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Освоение компетенций оценивается по двухбалльной шкале «сформирована / не сформирована». Зачёт ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Это означает успешное прохождение студентом промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК -2.2. Применяет теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	Знать возможности и основные блоки устройства современных ПЭМ, ФИП и ТГ; основные этапы и методики проведения научного эксперимента этими методами, принципы обработки данных и работы с современными базами данных. Уметь проводить пробоподготовку, навеску исследуемых образцов, получать статистически значимые картины электронной микроскопии и кривые термогравиметрии; пользоваться программным обеспечением для обработки полученных на приборах картин электронной микроскопии и кривых термогравиметрии, составить и защитить научный отчёт.	Проведение лабораторных работ, зачет.
ПК-2.3. Использует специализированные знания в области физики при выборе методов расчета, проведении статистического анализа экспериментальных данных в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	Владеть навыками применения методик вышеописанных методов исследования в научно-исследовательской деятельности.	Проведение лабораторных работ, зачет.

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Спецпрактикум 1».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутый уровень (зачтено)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 2.2	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 2.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры вопросов на защите отчёта выполненных лабораторных работ

1. Как выглядит уравнение Вульфа-Брэгга?
2. За счет чего образуются дифракционные конусы в схеме Дебая-Шеррера?
3. Как выглядит схема фокусировки по Брэггу-Брентано?
4. С какой целью порошковая проба растирается в ступке, прежде чем она запрессовывается в кювету?
5. Какие факторы приготовления пробы могут привести к погрешности в определении положения пиков? К нарушению соотношения интенсивностей на порошковой рентгенограмме?

Примерные вопросы на зачёт

- Как выглядит уравнение Вульфа-Брэгга?
- Как определить индексы дифракционных отражений?
- Как выглядит дифракция на поликристалле?
- Что такое параметры элементарной ячейки?
- Что такое рентгеновское излучение?
- Что такое область когерентного рассеяния (ОКР)?
- Что такое микроискажения?
- В чем заключается метод Вильямсона-Холла?
- Как происходит образование дифракционных конусов?
- Как происходит рассеяние электромагнитной волны на заряженных центрах?
- В чем заключаются условия Лауэ?
- Что такое индексы Миллера?
- Что такое обратная решетка?
- В чем суть правила Вегарда?
- Можно ли установить химический состав пробы, используя данные рентгенографического анализа?
- Как зависит интенсивность и ширина пиков от размеров кристалла?
- Как сказывается на рентгенограммах увеличение тепловых коэффициентов?
- Каково влияние дефектов на дифракционные картины?
- Какое излучение $\text{CuK}\alpha$ или $\text{CuK}\beta$ лучше использовать для определения размеров ОКР?
- Можно ли используя только рентгенографические методы по ОКР определить размеры частиц образца?
- Какие типы аппроксимирующих функций вы знаете?
- Какие еще эффекты, кроме размера ОКР, могут влиять на форму ширину дифракционных пиков?
- Как выглядит схема рентгеновской трубки и её спектр?
- Как проводят съемку монокристалла?
- Что понимают под количественным РФА?
- В чем заключается метод корундовых чисел?
- Какие есть способы генерация рентгеновского излучения?
- Как устроен дифрактометр?
- За счет чего образуются дифракционные конусы в схеме Дебая-Шеррера?
- Как выглядит схема фокусировки по Брэггу-Брентано?
- Что такое коллимация первичного пучка?

- Что такое 2D-детектор?
- В чем заключается метод Ритвельда?
- С какой целью порошковая проба растирается в ступке, прежде чем она запрессовывается в кювету?
- Какие факторы приготовления пробы могут привести к погрешности в определении положения пиков? К нарушению соотношения интенсивностей на порошковой рентгенограмме?
- Что такое текстурирование образца? Почему следует избегать текстуры и как это можно сделать (предложите варианты)?
- С какой целью устанавливается блокировка на двери бокса дифрактометра?
- О чем сигнализируют лампочки, установленные на кожухе трубки?

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Спецпрактикум 1»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного