

Рабочая программа дисциплины

1. Название дисциплины: "Физические основы и методы рентгеновской дифрактометрии".
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки: 03.06.01 «Физика и Астрономия». Научная специальность: 01.04.07, 01.04.05, 01.04.11.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: курс относится к дисциплинам научной специальности вариативной части Блока 1, по результатам освоения которых обучающиеся сдают кандидатский экзамен по научной специальности.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1	<i>З1 (УК-1) Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области физики и методов дифракционного анализа атомной структуры конденсированных сред.</i> <i>У1 (УК-1) Уметь анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов при дифракционных исследованиях атомной структуры конденсированных сред.</i> <i>В1 (УК-1) Владеть навыками анализа</i>

	<p>методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (конденсированное состояние вещества, оптика, магнитные явления).</p>
УК-3	<p><i>З1 (УК-3) Знать особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах в области физики и методов дифракционного анализа атомной структуры конденсированных сред.</i></p> <p><i>У1 (УК-3) Уметь следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач в области физики и методов дифракционного анализа атомной структуры конденсированных сред.</i></p> <p><i>В1 (УК-3) Владеть навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах в области физики и методов дифракционного анализа атомной структуры</i></p>

	<p>конденсированных сред.</p>
УК-5	<p><i>З1 (УК-5) Знать содержание процесса целенаправленного профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда в сфере применения дифракционных методов анализа атомной структуры конденсированных сред.</i></p> <p><i>У1 (УК-5) Уметь формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей в сфере применения дифракционных методов анализа атомной структуры конденсированных сред.</i></p> <p><i>В1 (УК-5) Владеть приемами и технологиями целенаправленного, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач в сфере применения дифракционных методов анализа атомной структуры конденсированных сред.</i></p>
ОПК-1	<p><i>Знать физические принципы основных методов дифракционных исследований атомной структуры конденсированных сред.</i></p> <p><i>Уметь применять физические теории к</i></p>

	<p>описанию соответствующих методов дифракционных исследований атомной структуры конденсированных сред.</p> <p>Владеть методиками построения моделей, описывающих методы дифракционных исследований атомной структуры конденсированных сред.</p>
--	---

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (30 часов занятия лекционного типа, 6 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 2 часа групповые консультации, 6 часов индивидуальные консультации, 4 часа мероприятия текущего контроля успеваемости, 36 часов мероприятия промежуточной аттестации), 60 часов составляет самостоятельная работа аспиранта. Форма отчетности по всем дисциплинам зачет с оценкой.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

8. Формат обучения: очный, дистанционное обучение не предусмотрено.

9. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества **академических** часов и виды учебных занятий.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа обучающегося, часы из них

форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
<p><i>Тема 1. Рентгеновское излучение и его свойства. Природа рентгеновского излучения. Спектр рентгеновского излучения. Тормозное и характеристическое излучения. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Поглощение рентгеновского излучения веществом. Дисперсия рентгеновского излучения. Преломление рентгеновских лучей. Упругое и неупругое</i></p>	18	4			2		6	2		2

<i>рассеяние.</i>										
<i>Тема 2. Основные понятия и элементы структурной кристаллографии. Пространственная решетка кристалла. Кристаллографические индексы. Симметрия кристаллов, операции и элементы симметрии. Взаимодействие операций симметрии. Точечные и пространственные группы симметрии. Классы симметрии, сингонии и категории. Координатные системы решеток. Типы решеток Бравэ. Обратная решетка и ее свойства. Межплоскостные расстояния и квадратичная форма кристаллической решетки.</i>	18	4					4	2	3	5
<i>Тема 3. Основы теории рассеяния рентгеновского</i>	36	8	4		2	2	16	4		4

<p><i>Структурный фактор и погасания. Правило Фриделя и лауэвский класс симметрии.</i></p> <p><i>Температурный фактор.</i></p> <p><i>Геометрический фактор. Фактор повторяемости.</i></p> <p><i>Фактор поглощения.</i></p> <p><i>Интегральная интенсивность дифракционного максимума для поликристалла.</i></p> <p><i>Статистика интенсивности рентгеновского излучения.</i></p>									
<p><i>Тема 4. Основные методы рентгеновского дифракционного анализа. Метод Лауэ, метод Дебая-Шерера, метод вращения монокристалла.</i></p> <p><i>Высокоразрешающая дифрактометрия.</i></p> <p><i>Энергодисперсионная</i></p>	9	4				4	2	3	5

<i>дифрактометрия.</i>										
<i>Тема 5. Аппаратура для рентгеновской дифрактометрии. Источники рентгеновского излучения. Коллиматоры и монохроматоры рентгеновского излучения. Детекторы рентгеновского излучения. Рентгеновские дифрактометры.</i>	9	4			2		6	2		2
<i>Тема 6. Основные направления применения порошковой дифрактометрии. Индицирование порошковых дифрактограмм. Качественный и количественный рентгеновский фазовый анализ. Определение средних размеров кристаллитов в образце. Изучение</i>	18	6	2	2		2	12	3	3	6

<p><i>текстур – характера преимущественной ориентации кристаллитов.</i></p> <p><i>Изучение внутренних напряжений по профилю и сдвигу линий. Структурный анализ на основе данных порошковой дифрактометрии (метод Ритвельда).</i></p>										
Промежуточная аттестация								36		
Итого	108	30	6	2	6	4	48	51	9	60

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине.

Практическая самостоятельная работа аспиранта проводится в виде самостоятельной проработки тем дисциплины по предложенным аспирантам учебным материалам (см. в п.12 перечень основной и дополнительной учебной литературы, а также перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»). Текущий контроль осуществляется путем индивидуального обсуждения с преподавателем выполненного ПСР или путем групповой дискуссии в группе аспирантов при участии преподавателя. Типовые задания для ПСР определяются списком вопросов и заданий по курсу, приведенным в п.12:

11. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) и ШКАЛА оценивания				ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ *
	2	3	4	5	
<i>З1 (УК-1) Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области физики и методов дифракционного анализа атомной структуры конденсированных сред.</i>	<i>Фрагментарные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач</i>	<i>Общие, но не структурированные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач</i>	<i>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных.</i>	<i>Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных</i>	<i>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</i>
<i>У1 (УК-1) Уметь анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши</i>	<i>Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные</i>	<i>В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценка потенциальных</i>	<i>В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения исследовательских задач и оценка потенциальных</i>	<i>Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные</i>	<i>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</i>

и реализации этих вариантов при дифракционных исследованиях атомной структуры конденсированных сред.	выигрыши/проигрыши и реализации этих вариантов	выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	выигрыши/проигрыши и реализации этих вариантов	
В1 (УК-1) Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (конденсированное состояние вещества, оптика, магнитные явления).	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг
З1 (УК-3) Знать особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских	Фрагментарные знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме	Неполные знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме, при работе в российских и международных коллективах	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и	Сформированные и систематические знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных	Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг

<p>коллективах в области физики и методов дифракционного анализа атомной структуры конденсированных сред.</p>			<p>международных исследовательских коллективах</p>	<p>исследовательских коллективах</p>	
<p>У1 (УК-3) Уметь следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач в области физики и методов дифракционного анализа атомной структуры конденсированных сред.</p>	<p>Фрагментарное следование нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое следование нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение следовать основным нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач</p>	<p>Успешное и систематическое следование нормам, принятым в научном общении, для успешной работы в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>
<p>В1 (УК-3) Владеть навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарно</p>	<p>Фрагментарное применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарно</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч.</p>	<p>В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков анализа основных мировоззренческих и</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч.</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>

<p>о характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах в области физики и методов дифракционного анализа атомной структуры конденсированных сред.</p>	<p>о характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах</p>	<p>междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах</p>	<p>методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах</p>	<p>междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах</p>	
<p>З1 (УК-5) Знать содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда в сфере применения дифракционных</p>	<p>Допускает существенные ошибки при раскрытии содержания процесса целеполагания, его особенностей и способов реализации.</p>	<p>Демонстрирует частичные знания содержания процесса целеполагания, некоторых особенностей профессионального развития и самореализации личности, указывает способы реализации, но не может обосновать возможность их использования в конкретных ситуациях.</p>	<p>Демонстрирует знания сущности процесса целеполагания, отдельных особенностей процесса и способов его реализации, характеристик профессионального развития личности, но не выделяет критерии выбора способов целереализации при решении профессиональных задач.</p>	<p>Раскрывает полное содержание процесса целеполагания, всех его особенностей, аргументированно обосновывает критерии выбора способов профессиональной и личностной целереализации при решении профессиональных задач.</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>

<p>методов анализа атомной структуры конденсированных сред.</p>					
<p>У1 (УК-5) Уметь формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей в сфере применения дифракционных методов анализа атомной структуры конденсированных сред.</p>	<p>Имея базовые представления о тенденциях развития профессиональной деятельности и этапах профессионального роста, не способен сформулировать цели профессионального и личного развития.</p>	<p>При формулировке целей профессионального и личного развития не учитывает тенденции развития сферы профессиональной деятельности и индивидуально-личностные особенности.</p>	<p>Формулирует цели личного и профессионального развития, исходя из тенденций развития сферы профессиональной деятельности и индивидуально-личностных особенностей, но не полностью учитывает возможные этапы профессиональной социализации.</p>	<p>Готов и умеет формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>
<p>В1 (УК-5) Владеть приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по</p>	<p>Владеет отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов</p>	<p>Владеет отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по</p>	<p>Владеет приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению</p>	<p>Демонстрирует владение системой приемов и технологий целеполагания, целереализации и оценки результатов</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>

решению профессиональных задач в сфере применения дифракционных методов анализа атомной структуры конденсированных сред.	деятельности по решению стандартных профессиональных задач, допуская ошибки при выборе приемов и технологий и их реализации.	решению стандартных профессиональных задач, давая не полностью аргументированное обоснование предлагаемого варианта решения.	стандартных профессиональных задач, полностью аргументируя предлагаемые варианты решения.	деятельности по решению нестандартных профессиональных задач, полностью аргументируя выбор предлагаемого варианта решения.	
ОПК-1. Знать физические принципы основных методов дифракционных исследований атомной структуры конденсированных сред.	Допускает существенные ошибки при описании соответствующих методов.	Допускает отдельные ошибки при описании соответствующих методов.	Демонстрирует знание сущности при описании соответствующих методов в стандартных ситуациях.	Демонстрирует знание сущности при описании соответствующих методов нестандартных ситуациях.	Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг
ОПК-1. Уметь применять физические теории к описанию соответствующих методов дифракционных исследований атомной структуры конденсированных сред.	Допускает существенные ошибки при применении соответствующих методов.	Допускает отдельные ошибки при применении соответствующих методов.	Демонстрирует знание сущности при применении соответствующих методов в стандартных ситуациях.	Демонстрирует знание сущности при применении соответствующих методов нестандартных ситуациях.	Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг
ОПК-1. Владеть методиками построения моделей, описывающих	Допускает существенные ошибки при использовании	Допускает отдельные ошибки при использовании соответствующих	Демонстрирует знание сущности при использовании соответствующих	Демонстрирует знание сущности при использовании соответствующих	Индивидуальное собеседование, письменные ответы на

<i>методы дифракционных исследований атомной структуры конденсированных сред.</i>	<i>соответствующих методов.</i>	<i>методов.</i>	<i>методов стандартных ситуациях.</i>	<i>в</i>	<i>методов нестандартных ситуациях.</i>	<i>вопросы, рейтинг</i>
---	---------------------------------	-----------------	---------------------------------------	----------	---	-------------------------

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций

Вопросы и задания по курсу:

По теоретической части:

- 1. Что такое рентгеновское излучение?*
- 2. Опишите спектр рентгеновского излучения.*
- 3. Перечислите особенности взаимодействия (поглощения, дисперсии, преломления и рассеяния) рентгеновского излучения с веществом.*
- 4. Что такое пространственная решетка кристалла?*
- 5. Что называется кристаллографическими индексами?*
- 6. Что такое симметрия кристалла, операция и элемент симметрии? Привести примеры операций и элементов симметрии.*
- 7. Что такое взаимодействие операций симметрии?*
- 8. Дать определение точечной и пространственной групп симметрии.*
- 9. Привести классификацию пространственных групп по порядку оси симметрии.*
- 10. Что такое решетка Бравэ?*
- 11. Дать определение обратной решетки и описать ее свойства.*
- 12. Опишите рассеяние рентгеновского излучения свободным электроном, атомом и кристаллом.*
- 13. Запишите условия Лауэ и дайте к ним пояснения.*
- 14. Запишите уравнение Вульфа-Брэгга и дайте к нему пояснения.*
- 15. Перечислить основные положения кинематической теории рассеяния рентгеновского излучения кристаллом.*
- 16. Описать основные факторы (структурный, геометрический, температурный, повторяемости и поглощения), определяющие интенсивность рассеянного кристаллом рентгеновского излучения.*

17. Записать основную формулу структурного анализа для интегральной интенсивности дифракционного максимума и дать к ней пояснения.

По методической части

1. Перечислите основные методы рентгеновского дифракционного анализа.
2. Опишите метод Лауэ.
3. Опишите метод Дебая-Шерера.
4. Опишите метод вращения монокристалла.
5. Каковы составные части и функциональные особенности аппаратуры для рентгеновской дифрактометрии.
6. Перечислите основные направления применения порошковой дифрактометрии.
7. Какова методика индцирования порошковых дифрактограмм.
8. Опишите основные методы рентгеновского фазового анализа.
9. Какова методика определения средних размеров кристаллитов в образце.
10. Опишите метод Ритвельда.

- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения
Презентации методических материалов к основным разделам и темам дисциплины. Доступны для обучающихся на сайте научной группы после изложения соответствующего раздела дисциплины.

12. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы
 1. Илюшин А.С., Орешко А.П. Дифракционный структурный анализ. – М.: физический факультет МГУ, ООО Издательский дом «Крепостновъ», 2013. – 616 с.
 2. Пуцаровский Д.Ю. Рентгенография минералов. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. – 292 с.
 3. Порай-Кошиц М.А. Основы структурного анализа химических соединений: Учебное пособие. – М.: Высш. Школа, 1989. – 192 с.
 4. Жданов Г.С., Илюшин А.С., Никитина С.В. Дифракционный и резонансный структурный анализ. – М.: Наука, 1980. – 256 с.
 5. Вайнштейн Б.К. Современная кристаллография. Т.1. Симметрия кристаллов. Методы структурной кристаллографии. – М.: Наука, 1979. – 384 с.
 6. Вайнштейн Б.К. Фридкин В.М., Инденбом. Современная кристаллография. Т.2. Структура кристаллов. М.: Наука, 1979. – 360 с.
 7. Сиротин Ю.А., Шаскольская М.П. Основы кристаллофизики. – М.: Наука, 1979. – 640 с.
 8. Иверонова В.И., Ревкевич Г.П. Теория рассеяния рентгеновских лучей. – М. Изд-во Моск. Ун-та, 1978. – 278 с.

9. Ковба Л.М., Трунов В. К. Рентгенофазовый анализ. – М.: Изд-во МГУ, 1976. – 231 с.
10. Русаков В.С., Лукьянова Е.Н. Специальный физический практикум. Рентгеновский фазовый анализ. Учебное пособие – М.: ООП Физ. фак-та МГУ, 2007. 48 с.
11. Русаков В.С., Лукьянова Е.Н. Специальный физический практикум. Рентгеновский флуоресцентный анализ. Учебное пособие – М.: ООП Физ. фак-та МГУ, 2009. 59 с.

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Сайт научной группы: <http://moss.phys.msu.ru>
2. Сайт Международного центра дифракционных данных (ICDD): <http://www.icdd.com/translation/rus/>
3. Сайт Bilbao crystallographic server: <http://www.cryst.ehu.es>
4. Сайт Кристаллографическая и кристаллохимическая база данных для минералов и их структурных аналогов (WWW-MINCRYST) Института экспериментальной минералогии РАН: <http://database.iem.ac.ru/mincryst>
5. Сайт Springer Matetials: <http://materials.springer.com>

- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):
Информационно-поисковая система фазовой идентификации (ИПС ФИ) – программа IPS6_1.exe.

- Описание материально-технической базы.

Проекционное оборудование, ноутбук и маркерная доска.

Спектрометр универсальный рентгеновский СУР-01 "Реном".

Персональные компьютеры для анализа и обработки рентгеновских данных.

13. Язык преподавания. *Русский.*

14. Преподаватель (преподаватели). *Русаков Вячеслав Серафимович, профессор, доктор физ.-мат. наук, кафедра общей физики.*