

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 твердого тела

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основные разделы кристаллографии и физики кристаллов

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Курс 3, семестр 5

профиль

Кристаллография, физика кристаллов

Форма обучения: **очная**

Заведующий кафедрой ФМИТТ ФФ
д.ф.-м.н., проф. С.В. Цыбуля



Новосибирск 2020

Содержание

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

Аннотация
к рабочей программе дисциплины
«Основные разделы кристаллографии и физики кристаллов»
Направление: **03.06.01 Физика и астрономия**
Направленность (профиль): **Кристаллография, физика кристаллов**

Дисциплина «Основные разделы кристаллографии и физики кристаллов» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Кристаллография, физика кристаллов» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Основные разделы кристаллографии и физики кристаллов» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Дисциплина «Основные разделы кристаллографии и физики кристаллов» реализуется в пятом семестре в рамках вариативной части дисциплин (модулей) в составе модуля «Кристаллография, физика кристаллов» в качестве обязательной дисциплины и является базовой для осуществления научно-исследовательской деятельности и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации).

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

Знания:

УК-1.1. Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.

УК-5.1. Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.

ОПК-1.1. Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности – кристаллографии и физике кристаллов.

ПК-1.1. Знать теоретические основы, базовые понятия и способы построения теоретических моделей физических явлений и процессов, в части построения моделей структуры кристаллов и некристаллических объектов, методов расчета и интерпретации дифракционных картин.

ПК-2.1. Знать физические основы методов структурного анализа: рентгено-, электроно- и нейтронографии, электронной микроскопии.

Умения:

УК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.

УК-5.2. Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.

ОПК-1.2. Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.

ПК-1.2. Уметь связать физические свойства кристаллов с их атомной структурой.

ПК-2.2. Уметь определять и применять современные методы структурного анализа в зависимости от специфики объекта исследования.

Навыки:

УК-5.3. Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.

ОПК-1.3. Владеть способностью составлять и представлять научные обзоры, доклады.

Дисциплина имеет своей целью дать обучающимся базовые знания по основным разделам кристаллографии и физики кристаллов, подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности.

Перечень основных разделов дисциплины:

Основные понятия кристаллографии. Точечные группы симметрии кристаллов. Пространственные группы симметрии кристаллических структур. Обратное пространство. Симметрия обратного пространства. Принцип Кюри-Неймана. Связь симметрии кристаллической структуры и физических свойств кристалла. Методы структурных исследования (рентгеновская дифракция, нейтронография, дифракция электронов). Основные понятия кристаллохимии. Объекты структурного анализа в физике и химии твердого тела. Реальная структура кристаллов. Дефекты кристаллической структуры. Низкоразмерные системы, наноструктуры.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий. самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

Общий объем дисциплины – 5 зачетных единицы (180 часов).

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

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины
УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности – кристаллографии и физике кристаллов.
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1.3.	Владеть способностью составлять и представлять научные обзоры, доклады.
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики	
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и способы построения теоретических моделей физических явлений и процессов, в части построения моделей структуры кристаллов и некристаллических объектов, методов расчета и интерпретации дифракционных картин.
ПК-1.2	Уметь связать физические свойства кристаллов с их атомной структурой.
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики	
ПК-2.1	Знать физические основы методов структурного анализа: рентгено-, электроно- и нейтронографии, электронной микроскопии
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные методы структурного анализа в зависимости от специфики объекта исследования

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основные разделы кристаллографии и физики кристаллов» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Кристаллография, физика кристаллов» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Основные разделы кристаллографии и физики кристаллов» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов.

Дисциплина имеет своей целью дать обучающимся базовые знания по основным разделам кристаллографии и физики кристаллов: о теории симметрии, об атомной структуре, электронных свойствах и основных физических явлениях в твердотельных структурах, подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности. Дисциплина «Основные разделы кристаллографии и физики кристаллов» выступает как важный фактор формирования у аспиранта целостного научного мировоззрения в отношении закономерностей строения и свойств кристаллов и других объектов структурного анализа.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий. самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

Общий объем дисциплины – 5 зачетных единиц (180 часов).

Для освоения дисциплины «Основные разделы кристаллографии и физики кристаллов» аспирант должен обладать базовыми знаниями по теории групп, электродинамике, физике конденсированного состояния вещества.

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины «Основные разделы кристаллографии и физики кристаллов»:

Кандидатский экзамен по модулю «Кристаллография, физика кристаллов».

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

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	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	180	32	16		26	104			2		
Всего 180 часов /5 зачетных единиц											
из них: - контактная работа 76 часов; - в интерактивных формах 42 часа											
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2											

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Консультации перед экзаменом (в часах)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия	Индивидуальная работа с преподавателем /Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Основные понятия кристаллографии.	1	12	2	2		8			
2.	Точечные группы симметрии кристаллов	2-3	12	2	2		8			
3.	Пространственные группы симметрии кристаллических структур	4-5	12	2	2		8			
4.	Обратное пространство. Симметрия обратного пространства.	6-7	12	2	2		8			
5.	Принцип Кюри-Неймана. Связь симметрии кристаллической структуры и физических свойств кристалла	8-9	12	2	2		8			
6.	Методы структурных исследования (рентгеновская дифракция, нейтронография, дифракция электронов)	10-11	12	2	2		8			
7.	Основные понятия кристаллохимии	12-13	12	2	2		8			
8.	Объекты структурного анализа в физике и химии твердого тела.	14	12	2	2		8			
9.	Реальная структура кристаллов. Дефекты кристаллической структуры.	15	12	2	1		8			

10.	Низкоразмерные системы, наноструктуры	16	12	2	1		8			
11.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	62	12		26	24			
12.	Зачет	17	2							2
13.	Всего по семестру		180	32	16	26	104			2

Лекционные и практические занятия проводятся в интерактивной форме, подразумевающей со стороны преподавателя постановку проблемы по указанным темам, формулировку некоторых практических заданий и задач, подходы к решению которых должны найти обучающиеся в ходе занятия. Практикуется обсуждение проблемных вопросов, в том числе, с элементами свободной дискуссии с участием обучающихся и преподавателя. На лекционных занятиях также заслушиваются доклады обучающихся по заданным темам, сопровождающиеся уточняющими вопросами со стороны преподавателя и других обучающихся.

Содержание дисциплины: темы лекционных занятий приведены в таблице.

Темы практических занятий:

1. Элементы симметрии и операции симметрии.

Элементы симметрии и операции симметрии. Операции симметрии 1-го и 2-го рода. Матричные представления операций симметрии. Преобразования системы координат и координаты симметрично связанных точек (решение задач). Операторы симметрии: симметрическое преобразование относительно оси, не проходящей через начало координат

2. Сочетания элементов симметрии. Теорема Эйлера.

Сочетания элементов симметрии (решение задач): пересечение двух плоскостей, пересечение оси четного порядка и плоскости, ось и проходящая вдоль нее плоскость, пересечение двух осей (теорема Эйлера).

3. Пространственные группы симметрии. Системы обозначений.

Интернациональные таблицы пространственных групп. Чертежи пространственных групп. Вывод операторов симметрии и построение чертежа по символу пространственной группы в Интернациональной системе. Определение кратности общих и частных позиций.

4. Геометрия кристаллической решетки и обратного пространства. Правила погасания.

Геометрия кристаллической решетки и обратного пространства. Вывод квадратичных форм для любой сингонии. Правила погасания дифракционных отражений. Вывод правил погасания для центрированных ячеек, для винтовых осей, для плоскостей скользящего отражения. Индексирование рентгенограмм (пример кубической сингонии).

5. Теоретический расчет дифракционной картины поликристаллического образца.

Полный алгоритм расчета порошковой дифракционной картины для модели идеального порошка.

6. Основные понятия кристаллохимии.

Полиморфизм. Изоморфизм. Различные кристаллохимические способы описания структур (плотнейшие упаковки, способ полиэдрического описания структур и т.д.).

Индивидуальная работа с преподавателем

Перечень работ	Объем, час
Обсуждение плана доклада по избранной теме, рекомендации преподавателя относительно литературных источников, которые можно использовать при подготовке доклада, индивидуальные консультации по ходу подготовки доклада.	12
Обсуждение задач, стоящих перед аспирантом в рамках его научно-исследовательской работы, и возможных способов их решения с привлечением методов структурного анализа.	14

Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная подготовка к лекционным и практическим занятиям с использованием учебной литературы. Подготовка доклада по избранной теме. Поиск литературных источников, работа с научным текстом, анализ литературных данных.	104

5. Перечень учебной литературы

5.1 Основная литература

- 1 Чупрунов Е.В. Основы кристаллографии: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по физическим и химическим специальностям / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. Москва: Физматлит, 2006. 412 с.
2. Сиротин. Ю.И. Основы кристаллофизики: [учебное пособие для физических специальностей вузов] / Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. Изд. 2-е, перераб. Москва: Наука, 1979-639 с.
3. Порай-Кошиц М.А. Основы структурного анализа химических соединений: [учеб. пособие для хим. спец. ун-тов] / М. А. Порай-Кошиц 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Высшая школа, 1989-191.

5.2 Дополнительная литература

4. Цыбуля С.В., Черепанова С.В. Введение в структурный анализ нанокристаллов: учебное пособие: [для магистрантов Физ. фак. НГУ] / С.В. Цыбуля, С.В. Черепанова; Федер. агентство по образованию, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак., Каф. физ. методов исследования твердого тела. Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2009-87 с.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Обучающийся в аспирантуре должен уметь самостоятельно осуществлять научный поиск литературы, необходимой при подготовке доклада по избранной теме. Обучающиеся полностью обеспечены необходимой научной литературой за счет фондов библиотеки НГУ (<http://libra.nsu.ru/>). Обучающимся, проходящим практику в Институтах СО РАН, предоставляется доступ к информационным ресурсам на тех же основаниях, что и научным сотрудникам этих институтов на основании договоров о прохождении практической подготовки.

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

- Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:
- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);

- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС.

7.1 Современные профессиональные базы данных:

1. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 гг.), коллекция научных биомедицинских и биологических протоколов SpringerProtocols, коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.

2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ).

3. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции).

4. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.

5. Электронные БД JSTOR (США). 15 предметных коллекций: Arts & Sciences I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, Life Sciences, Health & General Science, Mathematics & Statistics, Ecology & Botany, Language & Literature, Business I, II).

6. БД Scopus (Elsevier).

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.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

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

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

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

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по дисциплине представлен в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль включает контроль посещаемости обучающимися еженедельных занятий, оценку их активности в ходе дискуссий и представления доклада по выбранной теме. Текущий контроль успеваемости учитывается в рамках промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Основные разделы кристаллографии и физики кристаллов

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.	
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.	
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.	

УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.	
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий		Работа на практических занятиях Представлен ие доклада Зачет
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности – кристаллографии и физике кристаллов.	
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1.3.	Владеть способностью составлять и представлять научные обзоры, доклады.	
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на практических занятиях Представлен ие доклада Зачет
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и способы построения теоретических моделей физических явлений и процессов, в части построения моделей структуры кристаллов и некристаллических объектов, методов расчета и интерпретации дифракционных картин.	
ПК-1.2	Уметь связать физические свойства кристаллов с их атомной структурой.	
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на практических занятиях Представлен ие доклада Зачет
ПК-2.1	Знать физические основы методов структурного анализа: рентгено-, электроно- и нейтронографии, электронной микроскопии	
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные методы структурного анализа в зависимости от специфики объекта исследования	

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	УК 1.1 УК 5.1 ОПК 1.1 ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований.	Минимально допустимый уровень	Уровень знаний соответствует программе	Уровень знаний соответствует

	ПК 2.1	Имеют место грубые ошибки.	знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	УК 1.2 УК 5.2 ОПК 1.2 ПК 1.2 ПК 2.2.	Отсутствие минимальных умений. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	УК 5.3 ОПК-1.3	Отсутствие навыков, предусмотренных заявленными компетенциями. Отсутствие навыков научного поиска литературы, подготовки обзоров и докладов.	Имеется минимальный набор навыков. Обзор литературных данных не является полным либо присутствуют ошибки в анализе данных. Имеются недостатки в представлении доклада.	Имеется базовый набор навыков. Качественный обзор литературных данных с незначительными недостатками анализа. Качественная подготовка и представление доклада с несущественными затруднениями при ответах на вопросы.	Имеются базовые навыки, предусмотренные заявленными компетенциями. Представлен глубокий аналитический обзор, демонстрирующий наличие профессиональных знаний у аспиранта

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

Примерные темы докладов по дисциплине
«Основные разделы кристаллографии и физики кристаллов»

1. Симметрия в науке и искусстве.
2. Черно-белая и цветная симметрия.
3. Симметрия модулированных структур.

4. Кристаллохимические особенности строения конкретных объектов (на материале научной работы аспиранта).
5. Полиморфизм углеродных материалов (оксидов, сульфидов, карбидов и т.д. в зависимости от специфики научной работы аспиранта).
6. Физические и химические свойства твердых тел в связи с их атомной структурой (на материале научной работы аспиранта).
7. Сопоставительные возможности дифракционных методов – рентгенографии, нейтронографии, дифракции электронов, в установлении атомной структуры кристаллов.
8. Модели, алгоритмы и методы исследования объектов с различной степенью порядка.
9. Наноструктуры как специфические объекты структурного анализа.
10. Физические свойства (механические, электрические, оптические) и симметрия кристаллов.

Примерный список вопросов, выносимых на зачет по дисциплине
«Основные разделы кристаллографии и физики кристаллов»

1. Основные понятия кристаллографии: операции и элементы симметрии, кристаллическая решетка, закрытые и открытые элементы симметрии.
2. Кристаллические классы и сингонии. Кристаллографический принцип отнесения кристаллических классов к сингониям. Ячейки Бравэ.
3. Связь симметрии кристаллической структуры и физических свойств кристалла.
4. Сопоставительные возможности дифракционных методов – рентгенографии, нейтронографии, дифракции электронов, в установлении атомной структуры кристаллов.
5. Кристаллы, квазикристаллы, паракристаллы, нанокристаллы, модулированные структуры – специфика строения этих объектов, особенности структурного анализа.

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.