

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

Структура и свойства реальных кристаллов

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Курс 3, семестр 6

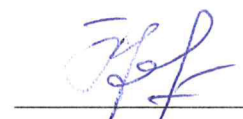
профиль

Кристаллография, физика кристаллов

Форма обучения: **очная**

Разработчик:

к.х.н., доцент А.А. Матвиенко



Заведующий кафедрой ФМИТТ ФФ

д.ф.-м.н., профессор С.В. Цыбуля



Новосибирск 2020

Содержание

Аннотация	3
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	5
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
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.....	10

Аннотация

к рабочей программе дисциплины «**Структура и свойства реальных кристаллов**»

Направление: **03.06.01 Физика и астрономия**

Направленность (профиль): **Кристаллография, физика кристаллов**

Дисциплина «Структура и свойства реальных 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 «Структура и свойства реальных 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. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилю подготовки «Кристаллография, физика кристаллов».

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.

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.

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 предназначен для формирования у обучающихся современных представлений о реальном строении кристаллических веществ. Основной целью освоения курса является ознакомление с классификацией дефектов в кристаллах (точечные дефекты - вакансии и атомы внедрения, линейные дефекты - дислокации различного типа, планарные дефекты), механизмами образования и свойствами дефектов, а также с влиянием дефектов на физические и химические свойства кристаллов.

Перечень основных разделов дисциплины:

Точечные дефекты и диффузия в кристаллах. Дислокации и механические свойства кристаллов. Строение границ зерен и межфазных границ. Механизмы структурных превращений.

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 – 4 зачетных единицы (144 часа).

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-5.3	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 в зависимости от специфики профиля подготовки.	
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.	
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 «Структура и свойства реальных 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 «Структура и свойства реальных 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. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилю подготовки «Кристаллография, физика кристаллов».

Дисциплина предназначена для формирования у обучающихся современных представлений о реальном строении кристаллических веществ. Основной целью освоения курса является ознакомление с классификацией дефектов в кристаллах (точечные дефекты - вакансии и атомы внедрения, линейные дефекты - дислокации различного типа, планарные дефекты), механизмами образования и свойствами дефектов, а также с влиянием дефектов на физические и химические свойства кристаллов.

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 – 4 зачетных единицы (144 часа).

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины Структура и свойства реальных 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	
3	144	24	12		22	84			2			
<p>Всего 144 часа /4 зачетных единицы из них:</p> <ul style="list-style-type: none"> - контактная работа 60 часов - в интерактивных формах 34 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	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.	Точечные дефекты и диффузия в кристаллах.	1-7	30	10			20			
2.	Дислокации и механические свойства кристаллов.	8-14	30	10			20			
3.	Строение границ зерен и межфазных границ. Механизмы структурных превращений	15-16	24	4			20			
4.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	58		12	22	24			
5.	Зачет	17	2							2
Всего			144	24	12	22	84			2

Программа курса по разделам и темам

Теоретический материал курса освещается в ходе лекций. В лекциях обсуждается как необходимый математический аппарат и теоретические аспекты алгоритмов, так и реальные примеры использования обсуждаемых методов из практики наиболее известных экспериментов в мировой науке. В ходе лекций поощряются вопросы слушателей, часть тем обсуждается в форме дискуссий. В ходе лекций широко используются компьютерные демонстрации.

Основное содержание лекций (24 часа)

Раздел 1. Точечные дефекты и диффузия в кристаллах. (10 часов)

Классификация дефектов в кристаллах. Точечные дефекты. Тепловые точечные дефекты (механизмы образования, энергетика). Дефекты нестехиометрии. Варианты нестехиометрии (на примере оксидов металлов). Зависимость концентрации дефектов от давления кислорода. Метод Брауэра. Электронное строение нестехиометрических соединений. Влияние примесных атомов на образование дефектов в стехиометрических и нестехиометрических кристаллах. Диффузия в кристаллах. Механизмы диффузии. Коэффициент диффузии. Энергия активации диффузии. Хаотическая диффузия. Направленная диффузия в градиенте концентрации и поле механических напряжений.

Ионная проводимость. Суперионники. Материалы для аккумуляторов, топливных элементов, мембран. Эффекты, обусловленные диффузией. Эффекты Киркендала и Френкеля. Методы определения коэффициента диффузии. Диффузия и химические реакции. Роль диффузии и точечных дефектов при реакциях твёрдое + газ и твёрдое + твёрдое.

Раздел 2. Дислокации и механические свойства кристаллов. (10 часов)

Лекция 7. Дислокации в кристаллах. Вектор и контур Бюргерса. Энергия краевой и винтовой дислокации. Движение дислокаций: скольжение и переползание. Наблюдаемые системы скольжения (ГЦК, ОЦК и ГПУ металлы, ионные кристаллы (NaCl, CsCl)). Взаимодействие между дислокациями. Полигонизация, аннигиляция и пересечение дислокаций. Образование дислокаций. Методы наблюдения дислокаций. Факторы, влияющие на подвижность дислокаций. Влияние примесных атомов, дисперсных частиц на подвижность дислокаций. Различные механизмы пластической деформации: скольжение дислокаций, дислокационная и диффузионная ползучесть. Карта механизмов пластической деформации. Сверхпластичность. Частичные дислокации. Дефекты упаковки. Энергия дефекта упаковки. Двойникование в кристаллах. Разрушение. Теория хрупкого и вязкого разрушения. Эффекты Иоффе и Ребендера. Механизмы образования трещины при пластической деформации. **(3 часа)**

Раздел 3. Строение границ зерен и межфазных границ. Механизмы структурных превращений. (4 часа)

Границы зерен. Строение границ зерен. Дислокационная модель. Решётка совпадающих узлов. О-решётка. Модель полиэдров. Специальные границы. Зернограничные дислокации. Движение границ зерен. Межфазные границы. Когерентные, полугогерентные и некогерентные межфазные границы. Энергия, подвижность и транспортные свойства межфазных границ. Механизмы структурных превращений. Влияние строения межфазной границы на кинетику и морфологию фазового превращения.

Практические занятия: заслушивание докладов обучающихся по темам, выбранным ими для самостоятельной подготовки, дискуссия по темам, вынесенным на самостоятельную подготовку

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.	10
Обсуждение задач, стоящих перед аспирантом в рамках его научно-исследовательской работы, и возможных способов их решения с привлечением представлений о реальной структуре изучаемых им объектов.	12

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. А.Вест. Химия твердого тела. Теория и приложения. Т.2 М. «Мир», 1988- 335 с.
2. Ж.Фридель. Дислокации. М. «Мир», 1967.- 643 с.

5.2 Дополнительная литература

3. Солодовников, С. Ф. Основы кристаллохимии: учебное пособие / С.Ф. Солодовников; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Фак. естеств. наук, Новосибирск: Редакционно-издательский центр НГУ, 2012. - 222 с. ISBN 978-5-4437-0073-1.
4. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела. М. «Наука», 1978.- 791 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 практических занятий, 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 Структура и свойства реальных 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-5.3	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 Представление 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 Представление доклада Зачет
ПК-1.1	Знать теоретические основы, в зависимости от специфики профиля подготовки. 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		Работа на

Физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		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 результата обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвину тый уровень (зачтено)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	УК-1.1 УК-1.2 ОПК-1.1 ПК-1.1 ПК-2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минималь но допустимы й уровень знаний. Допускаетс я значительн ое количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/ несущественны х ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответств ует программе подготовки по темам/ разделам дисциплин ы. Свободно и аргументир ованно отвечает на дополнител ьные вопросы.
Наличие умений	УК-1.2 ОПК-1.2 ПК-1.2 ПК-2.2	Отсутствие минимальных умений. Имеют место грубые ошибки.	Продемонс трированы частично основные умения. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрир ованы все основные умения с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонс трированы все основные умения без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	УК-5.3 ОПК-1.3	Отсутствие навыков, предусмотрен ных заявленными компетенци- ями. Отсутствие навыков научного поиска	Имеется минимальн ый набор навыков. Обзор литературн ых данных не является полным либо присутству	Имеется базовый набор навыков. Качественный обзор литературных данных с незначительны ми недостатками анализа.	Имеются базовые навыки, предусмотренные заявленны ми компетенц иями. Представле н глубокий

		литературы, подготовки обзоров и докладов.	ют ошибки в анализе данных. Имеются недостатки в представлении доклада	Качественная подготовка и представление доклада с несущественными затруднениями при ответах на вопросы.	аналитический обзор, демонстрирующий наличие профессиональных знаний у аспиранта
--	--	--	--	---	--

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

Примерные темы докладов по дисциплине
«Структура и свойства реальных кристаллов»

1. Точечные дефекты и диффузия в кристаллах.
2. Структурные механизмы реализации нестехиометрии в твердых телах.
3. Дислокации и механические свойства кристаллов.
4. Эффекты Иоффе и Ребендера.
5. Влияние строения межфазной границы на кинетику и морфологию фазового превращения.
6. Физические и химические свойства твердых тел в связи с их реальной структурой ((на материале научной работы аспиранта).

Примерный список вопросов, выносимых на зачет по дисциплине
«Структура и свойства реальных кристаллов»

1. Точечные дефекты в кристаллах. Основные виды. Беспорядок по Френкелю и Шоттке. Обозначения дефектов по Креггеру и Винку. Равновесная концентрация тепловых точечных дефектов. Энтальпия образования тепловых точечных дефектов. Точечные дефекты, обусловленные нестехиометрией кристаллов. Квазихимические равновесия. Основные виды нестехиометрии в оксидах металлов.
2. Точечные дефекты, обусловленные присутствием примесных атомов. Влияние примеси на концентрацию точечных дефектов в кристаллах.
3. Диффузия в твердых телах. Основные механизмы диффузии. Выражения для коэффициента диффузии в кристаллах. Энергия активации диффузии. Ионная проводимость в кристаллах. Влияние примесных атомов на ионную проводимость. Суперионники. Эффекты Киркендала и Френкеля. Методы определения коэффициента диффузии.
4. Границы зерен. Строение границ зерен. Дислокационная модель. Модель полиэдров. Специальные границы. Зернограничные дислокации. Движение границ зерен. Влияние примесных атомов и дисперсных частиц на подвижность границ зерен
5. Межфазные границы. Когерентные, полукогерентные и некогерентные межфазные границы. Энергия, подвижность и транспортные свойства межфазных границ.
6. Механизмы фазовых переходов. Влияние строения межфазной границы на кинетику и морфологию фазового превращения

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.