

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



Согласовано, декан ФФ
 Блинов В.Е.

подпись
 «09» 20 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
 (кандидатский экзамен по специальности)**

КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, ФИЗИКА КРИСТАЛЛОВ

Научная специальность: 1.3 Физические науки

Направленность (профиль): Кристаллография, физика кристаллов

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 в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
По выбору	36				12	16	6				2
Всего 36 часов / 1 зачетная единица, в т.ч. - контактная работа 14 часов											

Разработчики:

д.ф.-м.н. С.А.Громилов,

д.ф.-м. н., проф. С.В. Цыбуля

Заведующий кафедрой ФМИТТ ФФ

д.ф.-м. н., проф. С.В. Цыбуля

Ответственный за образовательную программу:

д.ф.-м. н., проф. С.В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Оглавление

Аннотация	3
Введение	4
1. Результаты освоения дисциплины	4
2. Трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий	4
3. Содержание дисциплины	5
4. Перечень учебно-методических материалов, необходимых для изучения дисциплины (модуля)	5
5. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины (модуля)	5
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	5
7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	6
Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины (оценочные материалы)	9

Аннотация

Рабочая программа дисциплины (кандидатский экзамен по специальности) Кристаллография, физика кристаллов реализуется на физическом факультете как элективная дисциплина в рамках научной специальности 1.3 Физические науки Направленность (профиль) Кристаллография, физика кристаллов и разработана в соответствии с паспортом научной специальности 1.3.20 Кристаллография, физика кристаллов, Порядком прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечнем и федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, сроками освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов).

Настоящая программа знакомит аспирантов с основными разделами кристаллографии и физики кристаллов: основы теории симметрии, атомная и электронная структура кристаллов, экспериментальные методы изучения атомной структуры и микроструктуры твердых тел, структура кристаллов и физические свойства.

Для начала обучения данной дисциплине необходима базовая подготовка по следующим разделам физики и математики: теория групп, электродинамика, физика конденсированного состояния вещества, кристаллография, рентгеноструктурный анализ.

Цель курса:

- подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена в рамках научной специальности Кристаллография, физика кристаллов.

Задачи курса:

- провести консультационные занятия по основным разделам кристаллографии и физики кристаллов, направленные на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальности;

- сформировать у аспирантов навыки самостоятельной работы с научными литературными источниками в целях решения поставленных задач.

Результат освоения дисциплины:

- сдача кандидатского экзамена по специальности.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: консультации в период занятий, самостоятельная работа обучающегося.

Общий объем дисциплины – 1 зачетная единица (36 часов).

Форма промежуточной аттестации – кандидатский экзамен.

Введение

Рабочая программа кандидатского экзамена Кристаллография, физика кристаллов реализуется на физическом факультете как элективная дисциплина в рамках научной специальности 1.3 Физические науки Направленность (профиль) Кристаллография, физика кристаллов и разработана в соответствии с паспортом научной специальности 1.3.20 Кристаллография, физика кристаллов, Порядком прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечнем, и федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, сроками освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов).

Настоящая программа знакомит аспирантов с основными разделами кристаллографии и физики кристаллов: основы теории симметрии, атомная и электронная структура кристаллов, экспериментальные методы изучения атомной структуры и микроструктуры твердых тел, структура кристаллов и физические свойства.

Для начала обучения данной дисциплине необходима базовая подготовка по следующим разделам физики и математики: теория групп, электродинамика, физика конденсированного состояния вещества, кристаллография, рентгеноструктурный анализ.

Цель курса:

- подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена в рамках научной специальности Кристаллография, физика кристаллов.

Задачи курса:

- провести консультационные занятия по основным разделам кристаллографии и физики кристаллов, направленные на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальности;

- сформировать у аспирантов навыки самостоятельной работы с научными литературными источниками в целях решения поставленных задач.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: консультации в период занятий, самостоятельная работа обучающегося.

Общий объем дисциплины – 1 зачетная единица (36 часов).

Форма промежуточной аттестации – кандидатский экзамен.

1. Результаты освоения дисциплины

Результат освоения дисциплины:

- сдача кандидатского экзамена по специальности.

2. Трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий

Трудоемкость дисциплины – 1 з.е. (36 ч)

Форма промежуточной аттестации: кандидатский экзамен

№	Вид деятельности	Количество часов
1.	Консультации в период занятий, ч	12
2.	Занятия в контактной форме, ч, из них	14
3.	аудиторных занятий, ч	-
4.	в электронной форме, ч	-
5.	консультаций, час.	12
6.	промежуточная аттестация, ч	2
7.	Самостоятельная работа, час.	22
8.	Всего, ч	36

3. Содержание дисциплины

Консультации в период занятий (12 ч)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
Основные разделы кристаллографии и физики кристаллов	4
Дифракционные методы исследования структуры кристаллов	4
Структура и свойства реальных кристаллов	4

Самостоятельная работа аспирантов (22 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	8
Подготовка презентации доклада	8
Подготовка к кандидатскому экзамену	6

4. Перечень учебно-методических материалов, необходимых для изучения дисциплины

1. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Спектроскопия и динамика атомов и малых молекул» в электронной информационно-образовательной среде НГУ <http://eduportal.nsu.ru/course/view.php?id=400>.
2. С.В.Цыбуля, С.В.Черепанова. Введение в структурный анализ нанокристаллов: учебное пособие / С.В. Цыбуля, С.В. Черепанова ; Федер. агентство по образованию, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак., Каф. физ. методов исследования твёрдого тела .— Новосибирск : Новосибирский государственный университет, 2009 .— 87 с. (10 экз)
3. С.А. Громилов. Введение в рентгенографию поликристаллов: учебно-методическое пособие / С.А. Громилов ; Федер. агентство по образованию, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак .— Новосибирск : Новосибирский государственный университет, 2009 .— 53 с. (8 экз).

5. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

5. А.Вест. Химия твердого тела. Теория и приложения. Т.2 М. «Мир», 1988- 335 с.
6. Ж.Фридель. Дислокации. М. «Мир», 1967.- 643 с.
7. Ч.Киттель. Введение в физику твердого тела. М. «Наука», 1978.- 791 с.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. М.А.Порай-Кошиц. Основы структурного анализа химических соединений. М.: Высшая школа, 1982 г. 152 с.

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

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

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

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Перечень результатов освоения дисциплины представлен в разделе 1.

7.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль включает контроль посещаемости обучающимися консультаций в период занятий, оценку их активности в ходе дискуссий и представление доклада по тематике, связанной с выполнением научной работы обучающегося.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация проводится в форме устного кандидатского экзамена по специальности. Требования разработаны в соответствии со следующими документами:

- паспорт научной специальности Кристаллография, физика кристаллов,
- Порядок прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечень,
- федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов).

Для приема кандидатского экзамена создается комиссия по приему кандидатских экзаменов (экзаменационная комиссия), состав которой утверждается приказом ректора НГУ. Состав экзаменационной комиссии формируется из числа научно-педагогических работников (в том числе работающих по совместительству) НГУ в количестве не более 5 человек, и включает в себя председателя, заместителя председателя и членов экзаменационной комиссии. В состав экзаменационной комиссии могут включаться научно-педагогические работники других организаций.

Для оценивания знаний обучающегося в рамках проведения кандидатского экзамена используются следующие оценочные средства:

1. Портфолио - целевая подборка работ обучающегося, раскрывающая его индивидуальные образовательные достижения, в том числе:

- доклад по тематике, связанной с выполнением научной работы обучающегося.

2. Экзаменационный билет - комплекс вопросов и задач, разработанных в соответствии с паспортом научной специальности Кристаллография, физика кристаллов.

Кандидатский экзамен проводится экзаменационной комиссией по билетам (программам), утверждаемым деканом физического факультета НГУ. Для подготовки экзаменуемый использует листы ответа, которые хранятся в деле обучающегося вместе с протоколом экзамена.

В случае неявки экзаменуемого на кандидатский экзамен по уважительной причине (при наличии подтверждающих документов) он может быть допущен приказом ректора к сдаче кандидатского экзамена в течение текущего периода промежуточной аттестации. В случае получения неудовлетворительной оценки передача кандидатского экзамена в течение текущего периода промежуточной аттестации не допускается. Передача кандидатского экзамена с положительной оценки на другую положительную оценку не допускается.

Оценка уровня знаний экзаменуемого определяется экзаменационными комиссиями по пятибалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка выставляется простым большинством голосов членов экзаменационной комиссии. При равенстве голосов решающей считается оценка председателя. Экзаменуемым может быть в двухдневный срок подана апелляция ректору о несогласии с решением экзаменационной комиссии. Экзаменационная комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в ее заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе не менее одного доктора наук. Решение экзаменационной комиссии оформляется протоколом, в котором указываются, в том числе, код и наименование научной специальности, по которой сдавались кандидатские экзамены; шифр и наименование направленности (профиля) по которой подготавливается диссертация.

Описание критериев и шкал оценивания результатов освоения дисциплины

Таблица 7.1 Результаты освоения дисциплины

Результат освоения дисциплины	Оценочное средство
- знание профессиональных сведений о способах верификации полученных оценок при решении реальных научных задач	Портфолио Кандидатский экзамен
- умение анализировать условия поставленной задачи и применять нужный метод решения	Портфолио Кандидатский экзамен

Таблица 7.2 Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

Критерии оценивания результатов освоения дисциплины	Шкала оценивания
<u>Доклады и выступления</u> – знает актуальные исследования и критически анализирует результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности, – умеет 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, – знает возможные направления профессиональной самореализации,	<i>Отлично</i>

<p>- владеет приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач, - точность и полнота выделения, классификации и систематизации основного смыслообразующего компонента из источников и литературы. В докладах и выступлениях обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.</p> <p><u>Кандидатский экзамен:</u> - демонстрирует углубленные знания базовых понятий, моделей, гипотез и концепций, свободно владеет всеми основными разделами современной физики, - самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений, - наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы. При изложении ответа на вопрос(ы) экзаменационного билета обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.</p>	
<p><u>Доклады и выступления</u> - знает актуальные исследования и критически анализирует результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности, - умеет 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, - знает возможные направления профессиональной самореализации, - владеет приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач, - точность и полнота выделения, классификации и систематизации основного смыслообразующего компонента из источников и литературы. В докладах и выступлениях обучающийся мог допустить неточности, не влияющие на суть доклада.</p> <p><u>Кандидатский экзамен:</u> - демонстрирует в основном углубленные знания базовых понятий, моделей, гипотез и концепций, свободно владеет всеми основными разделами современной физики, - самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений, - допускает незначительные ошибки при ответах на дополнительные вопросы. При изложении ответа на вопрос(ы) экзаменационного билета обучающийся мог допустить незначительные неточности.</p>	<p><i>Хорошо</i></p>
<p><u>Доклады и выступления</u> - не знает направления актуальных исследований, не составляет анализ результатов предшественников и современных достижений в области физики в применении к профессиональной области деятельности, - затрудняется в постановке задач научно-исследовательской деятельности,</p>	<p><i>Удовлетворительно</i></p>

<p>– затрудняется в выборе возможных направлений профессиональной самореализации, - ограниченно владеет приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач, В докладах и выступлениях обучающийся допускает неточности влияющие на суть доклада.</p> <p><u>Кандидатский экзамен:</u></p> <p>– демонстрирует общие знания базовых понятий и моделей в профессиональной области, критичных для понимания основных явлений и экспериментов, но допускает существенные ошибки по содержанию рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, – затрудняется в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений, – допускает значительные ошибки при ответах на дополнительные вопросы.</p>	
<p><u>Доклады и выступления</u></p> <p>– отсутствие теоретического и фактического материала, подкрепленного ссылками на научную литературу и источники, – затрудняется в постановке задач научно-исследовательской деятельности, – затрудняется в выборе возможных направлений профессиональной самореализации, - не владеет приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач, – неподготовленность докладов и выступлений на основе предварительного изучения литературы по темам, неучастие в коллективных обсуждениях в ходе практического (семинарского) занятия.</p> <p><u>Кандидатский экзамен:</u></p> <p>– демонстрирует общие знания базовых понятий и моделей в профессиональной области, критичных для понимания основных явлений и экспериментов, но допускает существенные ошибки по содержанию рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, – затрудняется в объяснении процессов и явлений, а также при формулировке собственных суждений, – не отвечает на дополнительные вопросы.</p>	<p><i>Неудовлетворительно</i></p>

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины (оценочные материалы)

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

I. Примерная тематика докладов

Тема. 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.

Тема. Дифракционные методы исследования структуры кристаллов

1. Основы кинематической теории рассеяния рентгеновских лучей.
2. Современные методы рентгеноструктурного анализа поликристаллов.
3. Методы дифракционных исследований одномерно разупорядоченных структур.
4. Методы дифракционных исследований ближнего порядка (метод PDF), современные возможности.
5. Модулированные структуры: особенности их описания и расчета дифракционных картин.
6. Метод моделирования дифракционных картин ультрадисперсных и наноструктурированных материалов с использованием функции Дебая: возможности и области применения.
7. Применение дифракционных методов в научных исследованиях (на материале научной работы аспиранта).

Тема. 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).

II. Форма и перечень вопросов экзаменационного билета.

2.1 Форма экзаменационного билета

Новосибирский государственный университет
Физический факультет

Кандидатский экзамен

научная специальность

направленность (профиль)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

	Принципиальные возможности дифракции электронов микроскопии
	Дифракционные исследования <i>in situ</i> (в условиях высоких и низких температур, высоких давлений, в контролируемых газовых средах)