

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.16 ФИЗИКА КВАЗИКРИСТАЛЛОВ И ГЕТЕРОСТРУКТУР

Направление подготовки (специальность) 03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Профиль подготовки (специализация)

Форма обучения очная

Год набора 2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили
доцент, к.ф.-м.н. П.П.Турчин

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины:

Изучение методов описания и физических свойств материалов, обладающих структурным упорядочением не кристаллического типа на микро-, мезо- и макроскопическом уровнях

1.2 Задачи изучения дисциплины:

Рассмотреть типы упорядочения в твердых телах, связанные с проявлениями несоизмерности, квазикристаллического порядка и межфазных границ в гетероструктурах. Изучить основные методы описания и изучения свойств, экспериментальной идентификации этих структур. Обсудить основные свойства несоизмерных фаз, квазикристаллов, гетероструктур и текстурированных материалов. Исследовать фрактальный подход к описанию свойств таких материалов и приводятся их известные практические приложения.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы высшего образования:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен разрабатывать и применять новые материалы, исследовать их структуру и свойства	
ПК-3.1 Планирует процессы получения материалов и исследования их свойств	знать методы описания и физические свойства материалов, обладающих структурным упорядочением не кристаллического типа
ПК-3.2 Анализирует перспективные материалы и их нано-, микро-, мезо- и макромасштабные свойства	уметь анализировать основные свойства несоизмерных фаз, квазикристаллов, гетероструктур и текстурированных материалов

Дисциплина реализуется без применения ЭО и ДОТ

2 Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		11
Общая трудоемкость дисциплины	4 (144)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	1 (36)	1 (36)
занятия лекционного типа	1 (36)	1 (36)
Самостоятельная работа обучающихся	2 (72)	2 (72)
Вид промежуточной аттестации (Курсовая работа)	36	КР, Экзамен

3 Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Вид работ	Темы занятия	Объем часов	Семестр /курс	Часы в эл. формате
Раздел 1. Введение					
1.	Лек	Введение	6	11	
2.	Ср	Самостоятельная работа	12	11	
Раздел 2. Несоразмерные структуры					
1.	Лек	Несоразмерные структуры	6	11	
2.	Ср	Самостоятельная работа	12	11	
Раздел 3. Квазикристаллы					
1.	Лек	Квазикристаллы	6	11	
2.	Ср	Самостоятельная работа	12	11	
Раздел 4. Гетероструктуры и текстурированные материалы.					
1.	Лек	Гетероструктуры и текстурированные материалы.	6	11	
2.	Ср	Самостоятельная работа	12	11	
Раздел 5. Фрактальные методы в физике конденсированного состояния вещества					
1.	Лек	Фрактальные методы в физике конденсированного состояния вещества	6	11	
2.	Ср	Самостоятельная работа	12	11	
Раздел 6. Приложения и практические применения гетероструктур и квазикристаллов.					
1.	Лек	Приложения и практические применения гетероструктур и квазикристаллов.	6	11	
2.	Ср	Самостоятельная работа	12	11	
3.	Экзамен	Экзамен	36	11	
4.	КР	Курсовая работа		11	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Вшивков С. А., Зубарев А. Ю., Сафронов А. П. Самоорганизация, фазовые переходы и свойства анизотропных сред в магнитном и механическом полях: монография. - Екатеринбург: АМБ, 2011. - 383 с..

2. Воронов В. К., Ким Д. Ч., Янющкин А. С., Геращенко Л. А. Свойства и применение наноматериалов: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств". - Старый Оскол: ТНТ, 2013. - 219 с..

3. Колмаков А. Г., Баринов С. М., Алымов М. И. Основы технологий и применение наноматериалов: [монография]. - Москва: Физматлит, 2012. - 208 с..

4. Сиротин Ю. И., Шаскольская М. П. Основы кристаллофизики: учебное пособие для физических специальностей вузов. - Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы [Физматлит], 1979. - 639 с..

5. Бакуева Л. Г., Мусихин С. Ф., Рыков С. А., Шик А. Я., Ильин В. И., Шик А. Я. Физика низкоразмерных систем: учебное пособие для вузов по напр. "Техническая физика". - Санкт-Петербург: Наука, Санкт-Петербург. отд-ние, 2001. - 155 с..

6. Синай Я. Г., Шафаревич А. И. Квантовый хаос: . - Москва: Институт компьютерных исследований, 2008. - 382 с..

7. Трубецков Д. И., Малинецкий Г. Г. Введение в синергетику. Хаос и структуры: . - Москва: URSS, 2012. - 235 с..

8. Шелованова Г. Н. Физика низкоразмерных систем: учеб.-метод. пособие по самостоят. работе для подготовки магистров направления 210100.68 "Электроника и нанoeлектроника". - Красноярск: СФУ, 2012. - 31 с..

9. Чиганова Г. А. Перспективы применения наноматериалов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы и практических занятий [для студентов программы подготовки 2223200.68 «Техническая физика»]. - Красноярск: СФУ, 2013. - – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u62/i-756708.pdf>.

10. Чиганова Г. А. Введение в нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов направления 222900.62 "Нанотехнологии и микросистемная техника". - Красноярск: СФУ, 2013. - 101 с. – Режим доступа: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u62/i-844541.pdf>.

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Microsoft Windows Professional 10 Russian. Операционная система Windows.

2. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian. Офисный пакет Microsoft Office.

3. Adobe Acrobat Reader DC . Программное обеспечение для просмотра и печати файлов PDF.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Нанотехническое сообщество <http://www.nanometer.ru>

2. Файловый архив для студентов <http://www.studfiles.ru>

3. Электронно-библиотечная система СФУ <http://bik.sfu-kras.ru/>

5 Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств является приложением к рабочей программе дисциплины (модуля), хранится на кафедре, обеспечивающей преподавание данной дисциплины (модуля).

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

учебная аудитория для проведения лекционных, семинарских и практических занятий: Специализированная мебель, демонстрационное оборудование, АРМ преподавателя, подключение к сети «Интернет» и индивидуальный неограниченный доступ в ЭИОС университета

помещение для самостоятельной работы обучающихся: специализированная мебель, демонстрационное оборудование, АРМ преподавателя, АРМ обучающихся, подключение к сети «Интернет» и индивидуальный неограниченный доступ в ЭИОС университета

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

По дисциплине (модулю)/ практике Б1.В.16 Физика квазикристаллов и гетероструктур

Направление подготовки/специальность

03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Образовательная программа

03.05.02.30 Фундаментальная и прикладная физика

1. Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения, соотнесенных с результатами обучения по дисциплине (модулю), практики и оценочными средствами

Семестр ¹	Код и содержание индикатора компетенции	Результаты обучения ²	Оценочные средства ³
ПК-3: Способен разрабатывать и применять новые материалы, исследовать их структуру и свойства			
11	ПК-3.1: Планирует процессы получения материалов и исследования их свойств	знать методы описания и физические свойства материалов, обладающих структурным упорядочением не кристаллического типа	Контрольные вопросы к экзамену, Курсовая работа
11	ПК-3.2: Анализирует перспективные материалы и их нано-, микро-, мезо- и макромасштабные свойства	уметь анализировать основные свойства несовершенных фаз, квазикристаллов, гетероструктур и текстурированных материалов	Контрольные вопросы к экзамену, Курсовая работа

2. Типовые оценочные средства или иные материалы, с описанием шкал оценивания и методическими материалами, определяющими процедуру проведения и оценивания достижения результатов обучения

Темы курсовых работ:

1. Методы получения квазикристаллических фаз и моноквазикристаллов.
2. Несоразмерные фазы в монокристаллах.
3. Описание аперриодических структур в n-мерном фазовом пространстве.
4. Макроскопическая упругость моноквазикристаллов.
5. ПФ и ФРО текстурированных материалов.
6. Макроскопические свойства текстур.
7. Древесно-графовый формализм и информационная фрактальная размерность квазикристаллов.
8. Типы фрактальных размерностей.
9. Получение и применение полупроводниковых гетероструктур.
10. Аперриодические сверхрешетки.
11. Теория потекания. Модели термита и муравья.

¹ Семестры указываются по порядку, для каждого индикатора

² Указываются результаты обучения по дисциплине (модулю), практике, соотнесенные с индикатором достижения компетенции.

³ Указываются оценочные средства для каждого индикатора.

Методические рекомендации по выполнению курсовой работы:

На первом занятии студентам выдается задание на курсовую работу, выполнение которого предполагается в течение всего семестра по мере изучения необходимых разделов теории. Для защиты данного задания студент должен удовлетворить следующим критериям: представить оформленную в соответствии с требованиями работу; показать знания физического процесса или явления, описываемого в задании.

Курсовая работа должна быть оформлена в соответствии с требованиями Стандарта университета «Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности» [Электронный ресурс] / Красноярск: СФУ, 2021, СТУ 7.5-07-2021, <http://www.sfu-kras.ru/node/8127>

Критерии оценивания курсовой работы:

Оцениваются разделы работы: введение, основная часть, заключение, а также оформление работы. Так как каждый раздел оценивается отдельно, необходимо соблюдать указанный порядок разделов и их нумерацию.

Оценка «**отлично**» выставляется студенту, если во введении приводится обоснование выбора конкретной темы, полностью раскрыта актуальность ее в научной отрасли, четко определены и грамотно поставлены задачи и цель. Основная часть работы демонстрирует достаточное количество прочитанных автором работ. Присутствуют выводы и грамотные обобщения, а также графический и наглядный материал. В заключении сделаны логичные выводы, а собственное отношение выражено четко. Работа написана в стиле академического письма, т. е. использован научный стиль изложения материала. Оформление работы соответствует требованиям Стандарта СФУ «Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности» [Электронный ресурс] / Красноярск: СФУ, 2021, СТУ 7.5-07-2021, <http://www.sfu-kras.ru/node/8127>, правильно оформлены ссылки, список литературы и приложения.

Оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если работа во введении содержит некоторую нечеткость формулировок. В основной ее части не всегда проводится критический анализ, отсутствует авторское отношение к изученному материалу. В заключении неадекватно использована терминология, наблюдаются незначительные ошибки в стиле, не все цитаты грамотно оформлены. Допущены незначительные неточности в оформлении библиографии, приложений.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если работа во введении содержит лишь попытку обоснования выбора темы и актуальности, в ней отсутствуют четкие формулировки, расплывчато определены задачи и

цели. Основное содержание – пересказ чужих идей, нарушена логика изложения, автор попытался сформулировать выводы. В заключении автор попытался сделать обобщения, собственного отношения к работе практически не проявил. В приложении допущено несколько грубых ошибок. Не выдержан стиль требуемого академического письма, часто неверно употребляются научные термины, ссылки оформлены неграмотно, наблюдается плагиат.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если во введении не содержится обоснование темы, нет актуализации темы. Не обозначены и цели, задачи проекта. Скупое основное содержание указывает на недостаточное число прочитанной литературы. Внутренняя логика всего изложения проекта слабая. Нет критического осмысления прочитанного, как и собственного мнения. Нет обобщений, выводов, методик. Заключение таким не является. В нем не приведены грамотные выводы. Приложения либо вовсе нет, либо оно недостаточно. В работе наблюдается отсутствие ссылок, плагиат, не выдержан научный стиль, неадекватное использование терминологии. По оформлению наблюдается ряд недочетов: не соблюдены основные требования, а библиография с приложениями содержат много ошибок.

Контрольные вопросы к экзамену:

1. Типы упорядочения в твердых телах.
2. Корреляционная функция.
3. Материалы с не кристаллическим упорядочением.
4. Квазикристаллы.
5. Несоразмерные структуры.
6. Гетерофазные среды.
7. Поликристаллические материалы.
8. Основные принципы несоизмерности.
9. Приближение Ландау.
10. Инвариант Лифшица.
11. Феноменологическая теория фазового превращения несоизмерная-соразмерная фаза.
12. Микроскопическая теория несоизмерных структур. Физические свойства несоизмерных фаз.
13. Ядерный квадрупольный резонанс и рассеяние света в несоизмерных структурах.
14. Экспериментальные наблюдения и изучение несоизмерных структур инфракрасными методами.
15. Теория и математические методы описания квазикристаллического упорядочения.

16. Атомная структура и рост квазикристаллов.
17. Квазикристаллические сплавы.
18. Моноквазикристаллы.
19. Дефекты и механические свойства квазикристаллов.
20. Атомная динамика и термодинамика.
21. Фазоны.
22. Электронные и магнитные свойства квазикристаллов.
23. 1D и 2D структуры. Полупроводниковые гетероструктуры.
24. Слоистые материалы.
25. Композиты.
26. Физические свойства гетероструктур.
27. Мезоскопика.
28. Поликристаллические горные породы.
29. Керамические материалы.
30. Влияние текстуры на их свойства.
31. Типы текстур.
32. Принцип симметрии
33. Кюри.
34. Экспериментальные методы определения полюсных фигур (ПФ).
35. Теоретические и модельные описания функции распределения ориентаций (ФРО).
36. Определение ФРО из ПФ.
37. Элементы нелинейной динамики.
38. Динамический хаос.
39. Аттракторы.
40. Масштабная инвариантность, фракталы и фрактальная размерность.
41. Мультифракталы.
42. Аэрогели.
43. Физические свойства фрактальных материалов.
44. Теория протекания.
45. Модели термита и муравья.
46. Фрактальные свойства квазикристаллов.
47. Переход Андерсона.

Методические рекомендации к экзамену:

Форма проведения экзамена - устный опрос по билетам. В билет включаются два теоретических вопроса из разных разделов программы.

Критерии оценки экзамена:

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал разнообразных литературных источников, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Разработчик



П.П. Турчин