

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДЕНО
на заседании кафедры
общей физики
протокол №6 от «2» марта 2022 г.

Зав. кафедрой



/М.Х. Балапанов

СОГЛАСОВАНО
И.о. директора физико-технического
института



/И.Ф. Шарафуллин

«2» марта 2022 г.

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ
В АСПИРАНТУРЕ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ

ФИЗИКА КВАЗИОДНОМЕРНЫХ НАНОСТРУКТУР

(наименование дисциплины)

Вариативная часть, дисциплина по выбору

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

**Направление подготовки
03.06.01 Физика и астрономия**

**Направленность подготовки
«Физика конденсированного состояния»**

Квалификация
«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения
Очная, заочная

Уфа 2022 г.

Разработчик (составитель):

_____ д.ф.-м.н., профессор Юмагузин Ю.М.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики, протокол №б от 2 марта 2022 г.

Зав.кафедрой



Балапанов М.Х.

Список документов и материалов (оглавление)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - (Приложение №1, 2)	5 (16, 19)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	8
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	13
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	14
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15
7. Приложение №1	16
8. Приложение №2	19

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

При изучении дисциплины «Физика квазиодномерных структур» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ПК-1 способностью к построению корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач физики конденсированного состояния;

ПК-2 способностью формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках физики конденсированного состояния;

ПК-3 готовностью использовать современные программно-аппаратные средства для проведения научных исследований, а также планировать и проводить экспериментальные исследования, а также анализировать экспериментальные данные.

Для формирования указанной компетенции и освоения образовательной программы обучающийся должен показать следующие результаты обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (код)	Примечание
Знания	Знать основные математические модели решения задач компьютерного моделирования в области физики конденсированного состояния	ПК-1	
	Знать теоретические основы различных методов получения наночастиц, объемных наноструктурных металлов, наноструктурных поверхностей и углеродных наноматериалов	ПК-2	
	Знать основы современных методов анализа и обработки экспериментальных данных	ПК-3	
Умения	1. уметь пользоваться компьютерной техникой, пакетами прикладных математических программ для моделирования свойств кристаллических тел	ПК-2, ПК-3	
	2. выбирать наиболее оптимальные методы при синтезе квазиодномерных наноматериалов	ПК-1	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть навыками построения корректных математических моделей и численных алгоритмов в области физики квазиодномерных наноструктур	ПК-1	
	2. Владеть опытом постановки новых задач теоретического и прикладного характера, использующих методы сканирующей зондовой микроскопии и компьютерного моделирования для изучения структуры квазиодномерных наноматериалов.	ПК-2, ПК-3	

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика квазиодномерных наноструктур» относится к части дисциплин по выбору рабочего учебного плана.

Дисциплина изучается на 3-м курсе в 6 семестре при очной форме обучения, в 5-6 семестрах при заочной форме обучения.

Целью данной дисциплины является выработка у аспиранта корректных представлений о работе по моделированию наноструктур, методах синтеза квазиодномерных наноматериалов, приобретение опыта решения известных и формулирования новых задач теоретического и прикладного характера, использующих методы компьютерного моделирования для изучения структуры квазиодномерных наноматериалов.

Дисциплина «Физика квазиодномерных наноструктур» заканчивает цикл дисциплин «Физика конденсированного состояния», в которых рассматриваются, в основном, физика твердого тела, и начинается ознакомление с результатами физических экспериментов и теоретическими представлениями в области квантовой теории о свойствах микрообъектов и материи в целом.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, предварительно сформированные в рамках изучения дисциплин магистратуры.

Чтобы приступить к изучению дисциплины «Физика квазиодномерных структур» аспирант должен знать основные понятия и законы физики твердого тела, в которых рассматриваются, в основном, классические представления электроники и физики твердого тела, и начинается ознакомление с результатами физических экспериментов и теоретическими представлениями в области квантовой теории о свойствах микрообъектов и материи в целом. Аспирант должен иметь представления об основных средствах измерений в лабораторном физическом практикуме, уметь пользоваться измерительными приборами в рамках лабораторного физического практикума, иметь навыки расчетов погрешностей прямых и косвенных измерений.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции:

ПК-1 способностью к построению корректных математических моделей и численных алгоритмов решения задач физики конденсированного состояния.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	Знать: Уровни описания структуры материалов. Общая характеристика и классификация методов компьютерного моделирования материалов. Моделирование из первых принципов. Атомное моделирование. Дислокационное, микро- и макро-механическое моделирование. Квантовомеханическое обоснование классического межатомного потенциала. Парные потенциалы и их недостатки. Модель погруженного атома.	Имеет фрагментарные знания, делает грубые ошибки в ответах	В основном, знает материал, имеет значительные пробелы в знаниях, совершает существенные ошибки в ответах	В целом, знает материал, совершает незначительные ошибки в ответах	Знает все
Второй этап (базовый уровень)	Уметь: применять основы теоретических знаний для представления классического межатомного потенциала при моделировании	не умеет	Умеет, делает существенные ошибки	Умеет, совершает незначительные ошибки	Умеет без ошибок применять основы теоретических знаний для представления межатомного потенциала при моделировании
Третий этап (повышенный уровень)	Владеть: 1. Методами анализа атомной структуры при моделировании. 2. Иметь навыки пользования координационным анализом. (параметр центральной симметрии; анализ общих соседей атомных пар; визуализация дефектов: точечные дефекты, дислокации, дефекты упаковки, границы зерен).	не владеет	Слабо владеет, делает существенные ошибки	Владеет, совершает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

ПК-2 способностью формулировать задачи теоретического и прикладного характера в рамках физики конденсированного состояния;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	Знать теорию и методику решения задач компьютерного моделирования по темам: Кинетическая, потенциальная и полная энергии кристалла. Калорическая кривая. Методы компьютерных расчетов: определение температуры плавления объемных кристаллов и наночастиц; расчет коэффициента диффузии атомов; расчет давления.	Имеет фрагментарные знания, делает грубые ошибки в ответах	В основном, знает материал, имеет значительные пробелы в знаниях, совершает существенные ошибки в ответах	В целом, знает материал, совершает незначительные ошибки в ответах	Знает все
Второй этап (базовый уровень)	Уметь формулировать задачи теоретического и прикладного характера по темам: 1. синтез углеродных наноматериалов; 2. структура, физические и механические свойства наноматериалов; 3. дефектные структуры в углеродных нанотрубках и в графене; 4. теоретическая прочность углеродных нанотрубок и графеновых нанолент.	не умеет формулировать задачи теоретического и прикладного характера по темам 1-4	затрудняется при формулировании конкретных задач, делает существенные ошибки	Умеет, совершает незначительные ошибки	Умеет без ошибок формулировать задачи теоретического и прикладного характера по темам 1-4
Третий этап (повышенный уровень)	Иметь навыки критического анализа результатов компьютерного моделирования по темам: Схемы получения пространственно локализованного светового нанополя. Нанополь, возникающие при полном внутреннем отражении света. Дифракция атомных волн, отражение, фокусировка, локализация атомов, а также увеличение фазовой плотности атомных ансамблей.	не имеет необходимых навыков	Имеет навыки не в полном объеме	Имеет навыки не в полном объеме, делает небольшие ошибки	Имеет полностью сформированные навыки.

ПК-3 готовность использовать современные программно-аппаратные средства для проведения научных исследований, а также планировать и проводить экспериментальные исследования, а также анализировать экспериментальные данные.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	Знать физические, математические и программно-аппаратные основы компьютерного моделирования по темам: Кинетическая, потенциальная и полная энергии кристалла. Калорическая кривая. Методы компьютерных расчетов: определение температуры плавления объемных кристаллов и наночастиц; расчет коэффициента диффузии атомов; расчет давления.	Имеет фрагментарные знания, делает грубые ошибки в ответах	В основном, знает материал, имеет значительные пробелы в знаниях, совершает существенные ошибки в ответах	В целом, знает материал, совершает незначительные ошибки в ответах	Знает все

Второй этап (базовый уровень)	Уметь планировать и проводить экспериментальные исследования по темам: 1. синтез углеродных наноматериалов; 2. структура, физические и механические свойства наноматериалов; 3. дефектные структуры в углеродных нанотрубках и в графене; 4. теоретическая прочность углеродных нанотрубок и графеновых нанолент.	не умеет формулировать задачи теоретического и прикладного характера по темам 1-4	затрудняется при формулировании конкретных задач, делает существенные ошибки	Умеет, совершает незначительные ошибки	Умеет без ошибок формулировать задачи теоретического и прикладного характера по темам 1-4
Третий этап (повышенный уровень)	Иметь навыки критического анализа результатов компьютерного моделирования по темам: Схемы получения пространственно локализованного светового нанополя. Нанополь, возникающие при полном внутреннем отражении света. Дифракция атомных волн, отражение, фокусировка, локализация атомов, а также увеличение фазовой плотности атомных ансамблей.	не имеет необходимых навыков	Имеет навыки не в полном объеме	Имеет навыки не в полном объеме, делает небольшие ошибки	Имеет полностью сформированные навыки.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать: Уровни описания структуры материалов. Общая характеристика и классификация методов компьютерного моделирования материалов. Моделирование из первых принципов. Атомное моделирование. Дислокационное, микро- и макро-механическое моделирование. Квантовомеханическое обоснование классического межатомного потенциала. Парные потенциалы и их недостатки. Модель погруженного атома.	ПК-1	письменные ответы на вопросы
	Знать теорию и методику решения задач компьютерного моделирования по темам: Кинетическая, потенциальная и полная энергии кристалла. Калорическая кривая. Методы компьютерных расчетов: определение температуры плавления объемных кристаллов и наночастиц; расчет коэффициента диффузии атомов; расчет давления.	ПК-2	письменные ответы на вопросы
	Знать физические, математические и программно-аппаратные основы компьютерного моделирования по темам: Кинетическая, потенциальная и полная энергии кристалла. Калорическая кривая. Методы компьютерных расчетов: определение температуры плавления объемных кристаллов и наночастиц; расчет коэффициента диффузии атомов; расчет давления.	ПК-3	письменные ответы на вопросы
2-й этап Умения	Уметь: применять основы теоретических знаний для представления классического межатомного потенциала при моделировании	ПК-1	письменные ответы на вопросы
	Уметь формулировать задачи теоретического и прикладного характера по темам:	ПК-2,	письменные ответы на

	1. синтез углеродных наноматериалов; 2. структура, физические и механические свойства наноматериалов; 3. дефектные структуры в углеродных нанотрубках и в графене; 4. теоретическая прочность углеродных нанотрубок и графеновых нанолент.		вопросы
	Уметь планировать и проводить экспериментальные исследования по темам: 1. синтез углеродных наноматериалов; 2. структура, физические и механические свойства наноматериалов; 3. дефектные структуры в углеродных нанотрубках и в графене; 4. теоретическая прочность углеродных нанотрубок и графеновых нанолент.	ПК-3	письменные ответы на вопросы, практическая работа
3-й этап Владеть навыками	Владеть: 1. Методами анализа атомной структуры при моделировании. 2. Иметь навыки пользования координационным анализом. (параметр центральной симметрии; анализ общих соседей атомных пар; визуализация дефектов: точечные дефекты, дислокации, дефекты упаковки, границы зерен).	ПК-1	письменные ответы на вопросы, практическая работа
	Иметь навыки критического анализа результатов компьютерного моделирования по темам: Схемы получения пространственно локализованного светового нанополя. Нанополя, возникающие при полном внутреннем отражении света. Дифракция атомных волн, отражение, фокусировка, локализация атомов, а также увеличение фазовой плотности атомных ансамблей.	ПК-2	письменные ответы на вопросы, практическая работа
	Иметь навыки критического анализа результатов компьютерного моделирования по темам: Схемы получения пространственно локализованного светового нанополя. Нанополя, возникающие при полном внутреннем отражении света. Дифракция атомных волн, отражение, фокусировка, локализация атомов, а также увеличение фазовой плотности атомных ансамблей.	ПК-3	письменные ответы на вопросы, практическая работа

Вопросы по дисциплине

Зачет является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Вопросы для текущего и рубежного контроля.

1. Положение нанообъектов на шкале размеров.
2. Определение нанотехнологий.
3. Общая классификация наноструктур.
4. Наноматериалы.
5. Нанотехнологии – междисциплинарная область знаний.
6. Масштабы нанотехнологий и сферы применения.
7. Пути создания нанообъектов: «снизу-вверх» или «сверху-вниз».
8. Сканирующий электронный микроскоп.
9. Просвечивающий электронный микроскоп.
10. Атомно-силовой микроскоп.
11. Туннельный микроскоп.
12. Лазерный пинцет – инструмент для передвижения нанообъектов.
13. Синтез углеродных наноматериалов.
14. Структура, физические и механические свойства.
15. Дефектные структуры в углеродных нанотрубках и в графене.

16. Теоретическая прочность углеродных нанотрубок и графеновых нанолент.
17. Применение углеродных наноматериалов в различных современных технологиях.
18. Примеры электромагнитных нанополей различных размерностей.
19. Схемы получения пространственно локализованного светового нанополя.
20. Нанополя, возникающие при полном внутреннем отражении света.
21. Атомная оптика как новая физическая дисциплина.
22. Дифракция атомных волн, отражение, фокусировка, локализация атомов, а также увеличение фазовой плотности атомных ансамблей.
23. Фотонные кристаллы различных размерностей.
24. Фотонные проводники, изоляторы, полупроводники и сверхпроводники.
25. Применение фотонных кристаллов.
26. Дискретные бризеры (ДБ).
27. Определение дискретных бризеров (ДБ)
28. Необходимые условия существования ДБ,
29. Основные свойства ДБ,
30. Способы возбуждения ДБ,
31. Методы экспериментального обнаружения ДБ.
32. Возможная роль ДБ в равновесных и неравновесных процессах, протекающих в кристаллах.
33. Проект теплового выпрямителя, использующего свойства ДБ.
34. Плазмоника.
35. Взаимодействие электромагнитной волны с металлическими частицами.
36. Резонансные явления.
37. Метаматериалы.
38. Возможные применения.
39. Роль поверхности в формировании свойств наноматериалов.
40. Нанокристаллы как мощные химические катализаторы.
41. Нанокристаллы с симметрией пятого порядка.
42. Бактерицидные свойства наночастиц серебра.
43. Потенциальные опасности нанотехнологий экологии и здоровью человека.
44. Концепция токсикологических исследований,
45. методология оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов.
46. Возможные области применения наноматериалов в пищевой промышленности.
47. Факторы, определяющие токсичность наноматериалов.
48. Особенности оценки риска наноматериалов.
49. Государственная программа контроля за оборотом наноматериалов.
50. Квантовомеханическое обоснование классического межатомного потенциала.
51. Парные потенциалы и их недостатки.
52. Модель погруженного атома.
53. Межатомные потенциалы для бинарных сплавов
54. Межатомные потенциалы для ковалентных кристаллов
55. Методы минимизации энергии атомных систем. Роль исходной структуры.
56. Суть метода молекулярной динамики (МД). Связь МД со статистической физикой.
57. Задачи, решаемые с помощью МД. Ограничения классической МД.
58. Ячейка моделирования. Граничные условия. Правило ближайшей частицы.
59. Решение уравнений движения. Список соседей.
60. Расчет кинетической, потенциальной и полной энергии в МД.
61. Калорическая кривая. Определение температуры плавления объемных кристаллов и наночастиц.
62. Расчет коэффициента диффузии в МД.
63. Расчет давления в МД.
64. Моделирование систем с постоянным давлением.
65. Моделирование систем с постоянной температурой.

66. Координационный анализ. Параметр центральной симметрии.
67. Анализ общих соседей атомных пар. Различение г.ц.к. и г.п.у. структур.
68. Радиальная функция распределения.

Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение:

1. Опишите основные типы дефектов в наноматериалах.
2. Могут ли нанокристаллы быть бездефектными?
3. Охарактеризуйте основные этапы истории изучения размерных эффектов.
4. Каковы особенности проявления размерных эффектов в наноматериалах?
5. В чем суть квантовых размерных эффектов?
6. Охарактеризуйте квантовые стенки, проволоки и точки.
7. Приведите примеры и объясните влияние размерных эффектов на электронную структуру наноматериалов.
8. Перечислите основные факторы, влияющие на неравновесное состояние наноматериалов.
9. Приведите примеры и объясните природу наличия метастабильных фаз в наноматериалах.
10. Охарактеризуйте особенности фазовых превращений в наноструктурах.

Практические занятия по дисциплине и самостоятельная работа аспирантов.

Основные темы дисциплины «Физика квазиодномерных наноструктур» приведены в таблицах Приложений 1 и 2, где можно ознакомиться с расшифровкой каждой темы и основными понятиями, которые необходимо освоить по каждому модулю. В этих же таблицах подробно прописана тематика самостоятельной работы с указанием литературных источников. По каждой теме самостоятельной работы в рабочей программе указаны соответствующие параграфы основной и дополнительной литературы, которая есть в достаточном количестве в библиотеке. Рекомендуется активно пользоваться электронными ресурсами библиотеки читального зала физико-технического института.

Самостоятельную работу нужно выполнять систематически для последовательного понимания материала и готовности к промежуточным и рубежным контролям. При возникновении вопросов необходимо обращаться к лектору в отведенное время за консультацией. Возможна консультация с использованием электронной почты или социальной сети.

Обязательное условие успешного освоения лекционного материала – внимательно слушать объяснения преподавателя, вести краткий конспект, задавать вопросы лектору, если возникает непонимание материала. Очень полезно обратиться к литературе, которую рекомендовал преподаватель по каждой лекции, и уяснить непонятные моменты. Если по какой-либо причине занятие было пропущено, материал необходимо проработать по рекомендуемой литературе, в противном случае следующая тема будет непонятна.

Практические занятия требуют предварительной подготовки. Получив у преподавателя тему работы необходимо: проработать теоретический материал по данной работе (лекционный либо по учебной литературе); спланировать выполнение работы: четко уяснить порядок выполнения работы, подготовить порядок сохранения и обработки полученных результатов. Перед выполнением работы необходимо сдать допуск преподавателю. После получения результатов расчетов и их предварительной обработки нужно проанализировать полученные результаты, сформулировать вывод и подготовить ответы на контрольные вопросы, которые приведены в конце работы. Ниже перечислена тематика лабораторных работ:

1. Методы и программы визуализации результатов атомного моделирования.
2. Освоение методов и программ моделирования методом молекулярной динамики.
3. Исследование анизотропии коэффициента теплового расширения ГПУ металлов.

4. Моделирование краевой дислокации в г.ц.к. металлах.
5. Моделирование вакансий в г.ц.к. металлах.
6. Моделирование границ зерен в металлах.
7. Моделирование и исследование структуры аморфных металлов.
8. Моделирование плавления металлических наночастиц и кластеров.
9. Моделирование нанокристаллизации аморфных металлов при деформации.

Каждый аспирант выполняет две практические работы с учетом выбранной тематики исследовательской работы.

По итогам практической работы оформляется отчет, который сдается преподавателю на следующем после выполнения данной работы занятии.

Отчет должен включать:

- краткое теоретическое введение,
- задание на выполнение работы;
- план работы;
- применяемую методику и ее краткое описание;
- результаты и их обсуждение, в том числе анализ погрешности расчетов, методику обработки результатов,
- анализ полученных данных и сравнение их с литературными;
- выводы;
- список использованной литературы.

По итогам практической работы преподаватель выставляет оценку, учитывающую предварительную подготовку, объем и качество экспериментальной части работы, глубину обсуждения результатов и качество отчета.

"Удовлетворительно" выставляется при выполнении работы по стандартной схеме и удовлетворительном знании основных закономерностей изучаемого явления.

"Хорошо" выставляется при наличии творческого, тщательно продуманного плана работы, качественного выполнения практической части, детального анализа полученных результатов и хороших знаний изучаемого вопроса.

"Отлично" требует нестандартного подхода к выполнению работы, включения в нее элементов исследования, интерпретации результатов с применением современных теоретических моделей.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Назаров А.А., Мулюков Р.Р. Атомистическое моделирование материалов, наноструктур и процессов нанотехнологии. Уфа: БашГУ, 2010. – 156 экз. (30 экз.)
2. [Ибрагимов И.М.](#). Основы компьютерного моделирования наносистем : учеб. пособие / И. М. Ибрагимов, А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров .— СПб. : Лань, 2010 .— 384 с. — Библиогр.: с.374 . (41 экз.)
3. [Френкель, Даан](#). Принципы компьютерного моделирования молекулярных систем. От алгоритмов к приложениям = Understanding Molecular Simulation : пер. с англ. / Д. Френкель, Б. Смит ; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Научно-образовательный центр по нанотехнологиям .— Москва : Научный мир, 2013 .— 578 с.
4. [Старостин В.В.](#). Материалы и методы нанотехнологий : учеб. пособие / В. В. Старостин ; под общ. ред. Л. Н. Патрикеева .— 2-е изд. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 .— 431 с. (5 экз.) или [Старостин, В. В.](#) Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Старостин .— 4-е изд.(эл.) .— СПб. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 .— 434 с. — (Нанотехнологии) .— Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" .— ISBN 978-5-9963-2601-3 .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63589>.
5. [Мулюков Р.Р.](#) . Углеродные наноматериалы : учеб. пособие / Р. Р. Мулюков, Ю. А. Баимова ; БашГУ .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2015 .— 158 с. (4 экз.)

Дополнительная литература:

6. [Гулд, Х.](#) Компьютерное моделирование в физике / Х. Гулд, Я. Тобочник .— Москва : Мир, 1990. Часть 1 .— 1990 .— 350 с. (2 экз.) ;
7. [Гулд, Х.](#) Компьютерное моделирование в физике / Х. Гулд, Я. Тобочник .— М. : Мир, .Часть 2 .— 1990 .— 399 с. (3 экз.)
8. Гольдаде В.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс] / Гольдаде В. А. — Минск : Белорусская наука, 2009 .— 648 с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему «Университетская библиотека online» .— <URL:<http://www.biblioclub.ru/book/93309/>>.
9. [Гельчинский Б.Р.](#) . Вычислительные методы микроскопической теории металлических расплавов и нанокластеров / Б. Р. Гельчинский, А. А. Мирзоев, А. Г. Воронцов .— М. : Физматлит, 2011 .— 200 с.
10. Прудников В.В. Фазовые переходы и методы их компьютерного моделирования : учеб. пособие / В. В. Прудников, А. Н. Вакилов, П. В. Прудников .— Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009 .— 223 с. (2 экз.)
11. Мерер, Хельмут. Диффузия в твердых телах : пер. с англ. / Х. Мерер .— Долгопрудный : Интеллект, 2011 .— 536 с. — [4 экз].
12. Научные основы нанотехнологий и новые приборы : учебник-монография : пер. с англ. А. Д. Калашникова / под ред. Р. Келсалл; А. Хэмли; М. Геогеган .— Долгопрудный : Интеллект, 2011 .— 528 с. (3 экз.)

13. [Готтштайн , Гюнтер](#). Физико-химические основы материаловедения = Physical Foundations of Materials Science : учебник / Г. Готтштайн ; пер. с англ. К. Н. Золотовой, Д. О. Чаркина, под ред. В. П. Зломанова .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 .— 400 с. (10 экз)
14. Физико-химические основы создания активных материалов [Электронный ресурс] : учебник / М. Ф. Куприянов [и др.] .— Ростов-на-Дону : Изд-во Южного федерального ун-та, 2011 .— Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему "Университетская библиотека online" .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241105&sr=1>>.
15. [Колокольцев С.Н.](#) Углеродные материалы. Свойства, технологии, применения : [учеб. пособие] .— Долгопрудный : Интеллект, 2012 .— 295 с.
16. Салех, Бахаа Е. А. Оптика и фотоника. Принципы и применения : учеб. пособие : в 2-х т. / Б. Е. А. Салех, М. К. Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова .— Долгопрудный : Интеллект, 2012. Т. 2.— 784 с. – [2 экз].
17. Дискретные бризеры в кристаллах (Электронный ресурс, в свободном доступе) / С.В. Дмитриев, Е.А. Корзникова, Ю.А. Баимова, М.Г. Веларде. // Успехи физических наук. — 2016 .— Т. 186, № 5 .— С. 471-488 : 17 рис. — (Обзоры актуальных проблем) .— ISSN 0042-1294 .— Библиогр.: с. 486-488 (241 назв.) <сайт журнала: <https://ufn.ru/ru>> , URL: <https://ufn.ru/ru/articles/2016/5/b/>
18. [Журавлев Ю.А.](#) . Высокоэнергетическая плазменная электроника и фотоника .— М. : ЯНУС-К, 2010 .— (Электроника. Прикладная электроника) .Ч. 1 .— 2010 .— 768 с.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. «Электронная библиотека БашГУ» <https://elib.bashedu.ru>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.bashlib.ru/echitzal/>
3. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>
4. Научная электронная библиотека Elibrary.ru <https://elibrary.ru/>
5. Web of Science Core Collection <http://apps.webofknowledge.com/>
6. Scopus <http://www.scopus.com/>
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>);

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

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Таблица 5

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 318 (физмат корпус – учебное).	Лекции, семинарские занятия	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска, программы: Windows, MS Power Point
учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: лаборатория № 313 (Лаборатория «Радиопрактикум») (физмат корпус – учебное),	Групповые и индивидуальные консультации	<p>Лаборатория № 313 (Лаборатория «Радиопрактикум»)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Генератор ГЗ – 118, 2 шт. 2. Интерактивная доска HitachiStarBoardFX-82 WL (HT-FX-82WL) – 1 шт. 3. Мультимедиа проектор AcerP 1203. 4. Персональный компьютер в комплекте Моноблок iRU 502 21.5”, 3 шт. 5. Системный блок HP Pavilion Simline S3500 FAMD Athlon 64 X2 5400+/2/8 GHz, 4Gb, 500Gb, Wi-Fi (IEEE 802.11g), NVIDIA GeForce 6150 SE (кл-ра, мышь). 6. Телевизор LED 42” (106 см) LG 45 LM3400 (3D, FHD, 1980*1080, USB). 7. Флипчарт/ доска белая/ 60*90. 8. Кронштейн HOLDER PFS-4015 20-65, до 90 кг. до стены 28 мм. 9. Прибор Щ – 4313, 2 шт. 10. Стенд универсальный «ОАВТ». 11. Монитор 17” LG Flatron L1750U-SN. 12. Монитор 15” Samsung 510. 13. Монитор 17” Philips 170 S6FB (LCD, 1280-1024+DVI). 14. Монитор 19” Samsung 920N (KSZ), (LCD, TFT, 1280*1024-75Hz, 700:1,8 ms, 160/160, 250кд/м) TCO’99 15. Осциллограф C1-68, C1-93, C1-93 ОСУ-10.
учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: Компьютерный класс № 412 (физмат корпус – учебное)	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Компьютерный класс № 412</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Компьютеры в сборе DELL E2214Hb – 15 шт процессоры инв. 410134000001925, 28-38, 410134000001940-41 (15 шт) монитор инв. 410134000001924, . 410134000001929-38,40,41 (15 шт.) 2) Столы компьютерные-15 шт. Инов №01101062100-01101062114 3) Стулья ученические-22 шт. 4) Доска ауд.-1шт, инв.2101067124
Помещение для самостоятельной работы Читальный зал № 2 (физмат корпус).	Самостоятельная работа	<ol style="list-style-type: none"> 1. Научный и учебный фонд. 2. Научная периодика. 3. ПК (моноблок) - 3 шт. 4. Неограниченный доступ к ЭБС и БД. 5. Количество посадочных мест – 58. 6. ПК (моноблок) – 8 шт., подключенных к сети Интернет.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины ____ «Физика квазиодномерных структур» ____ на ____ 6 ____ семестр
(наименование дисциплины)

____ очная ____

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	8
лекций	2
практических/ семинарских	4
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (КСР)	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	64
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	2

Форма контроля:

зачет ____ 6 ____ семестр

	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СР			
1	Введение. Положение нанообъектов на шкале размеров. Определение нанотехнологий. Общая классификация наноструктур. Наноматериалы. Нанотехнологии – междисциплинарная область знаний. Масштабы нанотехнологий и сферы применения.	1		8	[1] гл.3, [4] гл.1	Изучение рекомендуемой литературы	письменные ответы на вопросы
2	Инструменты и методы наномира. Пути создания нанообъектов: «снизу-вверх» или «сверху-вниз». Сканирующий электронный микроскоп. Просвечивающий электронный микроскоп. Атомно-силовой микроскоп. Туннельный микроскоп. Лазерный пинцет – инструмент для передвижения нанообъектов.		2	8	[1] гл.4 [4, 12, 13]	Изучение рекомендуемой литературы	письменные ответы на вопросы, практическая работа
3	Графены, фуллерены, углеродные нанотрубки. Синтез углеродных наноматериалов. Структура, физические и механические свойства. Дефектные структуры в углеродных нанотрубках и в графене. Теоретическая прочность углеродных нанотрубок и графеновых нанолент. Применение углеродных наноматериалов в различных современных технологиях.		2	8	[5, 15] г	Изучение рекомендуемой литературы	письменные ответы на вопросы, практическая работа
4	Нанооптика и нанофотоника, атомная оптика, фотонные кристаллы. Введение. Примеры электромагнитных нанополей различных размерностей. Схемы получения пространственно локализованного светового нанополя. Нанополя, возникающие при полном внутреннем отражении света. Атомная оптика как новая физическая дисциплина. Дифракция атомных волн, отражение, фокусировка, локализация атомов, а также увеличение фазовой плотности атомных ансамблей. Фотонные кристаллы различных размерностей. Фотонные проводники, изоляторы, полупроводники и сверхпроводники. Применение фотонных кристаллов.	1		10	[4, 16]	Изучение рекомендуемой литературы	письменные ответы на вопросы
5	Дискретные бризеры (ДБ). Определение ДБ, необходимые условия существования, основные свойства, способы возбуждения, методы экспериментального обнаружения ДБ. Возможная роль ДБ в	1		8	. [17]	Изучение рекомендуемой литературы	письменные ответы на вопросы

	равновесных и неравновесных процессах, протекающих в кристаллах. Проект теплового выпрямителя, использующего свойства ДБ.						
6	Плазмоника. Взаимодействие электромагнитной волны с металлическими частицами. Резонансные явления. Метаматериалы. Возможные применения.			8	[16,18]	Изучение рекомендуемой литературы	письменные ответы на вопросы
7	Роль поверхности в формировании свойств наноматериалов. Нанокристаллы как мощные химические катализаторы. Нанокристаллы с симметрией пятого порядка. Бактерицидные свойства наночастиц серебра.			8	[4, 16]	Изучение рекомендуемой литературы	письменные ответы на вопросы
8	Потенциальные опасности нанотехнологий экологии и здоровью человека. Концепция токсикологических исследований, методология оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов. Возможные области применения наноматериалов в пищевой промышленности. Факторы, определяющие токсичность наноматериалов. Особенности оценки риска наноматериалов. Государственная программа контроля за оборотом наноматериалов.			8	[4, 13, 14]	Изучение рекомендуемой литературы	письменные ответы на вопросы
	ВСЕГО	2	4	66			

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины ____ «Физика квазиодномерных структур» ____ на ____ 5,6 ____ семестр
(наименование дисциплины)

 заочная
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	10
лекций	2
практических/ семинарских	
лабораторных	4
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (КСР)	4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	58
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	2

Форма контроля:
зачет ____ 6 ____ семестр

	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СР			
1	Введение. Положение нанобъектов на шкале размеров. Определение нанотехнологий. Общая классификация наноструктур. Наноматериалы. Нанотехнологии – междисциплинарная область знаний. Масштабы нанотехнологий и сферы применения.	1		8	[1] гл.3, [4] гл.1	Изучение рекомендуемой литературы	письменные ответы на вопросы
2	Инструменты и методы наномира. Пути создания нанобъектов: «снизу-вверх» или «сверху-вниз». Сканирующий электронный микроскоп. Просвечивающий электронный микроскоп. Атомно-силовой микроскоп. Туннельный микроскоп. Лазерный пинцет – инструмент для передвижения нанобъектов.		2	8	[1] гл.4 [4, 12, 13]	Изучение рекомендуемой литературы	письменные ответы на вопросы, практическая работа
3	Графены, фуллерены, углеродные нанотрубки. Синтез углеродных наноматериалов. Структура, физические и механические свойства. Дефектные структуры в углеродных нанотрубках и в графене. Теоретическая прочность углеродных нанотрубок и графеновых нанолент. Применение углеродных наноматериалов в различных современных технологиях.	1	2	8	[5, 15] г	Изучение рекомендуемой литературы	письменные ответы на вопросы, практическая работа
4	Нанооптика и нанофотоника, атомная оптика, фотонные кристаллы. Введение. Примеры электромагнитных нанополей различных размерностей. Схемы получения пространственно локализованного светового нанополя. Нанополя, возникающие при полном внутреннем отражении света. Атомная оптика как новая физическая дисциплина. Дифракция атомных волн, отражение, фокусировка, локализация атомов, а также увеличение фазовой плотности атомных ансамблей. Фотонные кристаллы различных размерностей. Фотонные проводники, изоляторы, полупроводники и сверхпроводники. Применение фотонных кристаллов.	1		10	[4, 16]	Изучение рекомендуемой литературы	письменные ответы на вопросы
5	Дискретные брзеры (ДБ). Определение ДБ, необходимые условия существования, основные свойства, способы возбуждения, методы экспериментального обнаружения ДБ. Возможная роль ДБ в равновесных и неравновесных процессах, протекающих в кристаллах. Проект теплового выпрямителя, использующего			6	. [17]	Изучение рекомендуемой литературы	письменные ответы на вопросы

	свойства ДБ.						
6	Плазмоника. Взаимодействие электромагнитной волны с металлическими частицами. Резонансные явления. Метаматериалы. Возможные применения.			6	[16,18]	Изучение рекомендуемой литературы	письменные ответы на вопросы
7	Роль поверхности в формировании свойств наноматериалов. Нанокристаллы как мощные химические катализаторы. Нанокристаллы с симметрией пятого порядка. Бактерицидные свойства наночастиц серебра.			6	[4, 16]	Изучение рекомендуемой литературы	письменные ответы на вопросы
8	Потенциальные опасности нанотехнологий экологии и здоровью человека. Концепция токсикологических исследований, методология оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов. Возможные области применения наноматериалов в пищевой промышленности. Факторы, определяющие токсичность наноматериалов. Особенности оценки риска наноматериалов. Государственная программа контроля за оборотом наноматериалов.			6	[4, 13, 14]	Изучение рекомендуемой литературы	письменные ответы на вопросы
	ВСЕГО	2	4	60			

