

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
Учреждение высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния и наносистем

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной
работе и инновациям
Н.А. Ашурбеков



«23» марта 2022г.

Рабочая программа дисциплины

«Связь структуры со свойствами конденсированных сред»

По направлению: 03.06.01 физика и астрономия,
по специальности: 1.3.8. Физика конденсированного состояния

Уровень образования: подготовка научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре

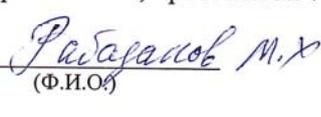
Махачкала 2022

Рабочая программа дисциплины: «Связь структуры со свойствами конденсированных сред» составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

Разработчики: профессор Палчаев Даир Каирович;
профессор Мурлиева Жарият Хаджиевна



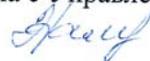
Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры ФКСиН от « 19 » марта 2022 г., протокол № 7

Зав. кафедрой  (подпись)  (Ф.И.О.)

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 23 » марта 2022 г., протокол № 7.

Председатель  (подпись)  (Ф.И.О.)

Рабочая программа дисциплины согласована с Управлением аспирантуры и докторантуры « 25 » марта 2022 г.

 Э.Т. Рамазанова

Аннотация

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением физической сущности явлений связь структуры со свойствами конденсированных сред, происходящих в них при воздействии различных факторов, влияющих как на структуру, так и на свойства.

1. Цели и задачи изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Связь структуры со свойствами конденсированных сред» является: подготовка аспирантов к профессиональной деятельности в области физики конденсированного состояния, высшего профессионального фундаментального образования и в высокотехнологичных отраслях, создающих инновационную продукцию с заданными свойствами.

Задачи дисциплины: формирование и углубление целостных представлений связи структуры со свойствами, а так же о связи различных свойств конденсированных сред, в том числе, для выработки рекомендаций при решении задач по оптимизации технологии получения материалов с заданными свойствами.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина: «Связь структуры со свойствами конденсированных сред» относится к Образовательному компоненту: «Дисциплины по выбору» программы аспирантуры по специальности: **1.3.8. Физика конденсированного состояния.**

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

После освоения программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты освоения ОП	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
Способность к критическому анализу и оценке современных	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • Основные методы научно-исследовательской работы.

<p>научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе, в междисциплинарных областях</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах, критически оценивать научную информацию. • Анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать результаты реализации этих вариантов; • При решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. • Навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
<p>Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации. • Современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-графические методы исследования. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований.

	<ul style="list-style-type: none"> • Навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов. • Навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности.
<p>Способностью организации проведению экспериментальных исследований применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики и кристаллографии; • физические основы физики конденсированного состояния; • Методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области кристаллографии и физики конденсированного состояния, в том числе, установления связи структура - свойства; • Нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР. • Требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики конденсированного состояния, кристаллографии и кристаллохимии; • Использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по физике конденсированного состояния; • Пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями формирования свойств конденсированных сред. • Представлять научные результаты по теме диссертации в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях. • Готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в выбранной сфере научной деятельности. • Представлять результаты НИР (в т.ч.,

	<p>диссертационной работы) академическому и бизнес сообществу.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики конденсированного состояния, кристаллографии и кристаллохимии; • Экспресс анализом и диагностическими методами исследования конденсированных сред; • Методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области связи свойств со структурой, в том числе, в наносистемах. • Знаниями по разделам физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности. • Методами планирования, подготовки проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по специальности диссертационной работы. • Навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение НИР и проектных работ по специальности диссертационной работы.
--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет **2** зачетные единицы, **72** академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость в часах	Самостоятельна	Формы текущего контроля успеваемости и Форма промежуточ
------	---------------------------	---------	-----------------	---	----------------	---

п				Лекции	Практич.	Лаборат.	Контр.		ной аттестации
Модуль 1. Реальные структуры									
1	Идеализированные и неидеализированные структуры. Дефекты в кристаллах. Механические смеси, твердые растворы и химические соединения. Упорядочивающие структуры. Фазы Юм-Розери и Лавеса. Аморфные структуры.	4	1-5	4		2		12	Письменный опрос
2	Фазовые переходы 1 и 2-го рода. Диффузионные фазовые переходы. Анизотропные, рыхлоупакованные и пировскитоподобные структуры.	4	5-9	2		-		16	Устный опрос
Итого за модуль 1: 36 часов.				6		2		28	
Модуль 2. Связь структуры и свойств									
3	Правила, связывающие структуру со свойствами. Особенности структуры и свойств интерметаллидов.	4	9-11	2		2		12	Устный опрос
4	Влияние структуры на свойства мультиферроиков и ВТСП	4	12-14	2					Устный опрос
5.	Особенности изменения структуры и свойств в наноструктурированных материалах.	4	15-17	2		2		14	Контр. работа
Итого за модуль 2: 36 часов.				6		4		26	
Итого за дисциплину: 72 часа				12		6		54	зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекций .

Модуль 1.

Тема 1. Основные типы сил связи в конденсированных средах.

Кристаллические и аморфные твердые тела. Нарушения периодичности кристаллической структуры в реальных монокристаллах. Идеализированные и неидеализированные структуры. Атомные радиусы. Электронное строение и структура металлических растворов. Механические смеси. Твердые растворы внедрения и замещения. Химические соединения. Упорядочивающие структуры. Фазы Юм-Розери и Лавеса.

Тема 2. Анизотропные, рыхлоупакованные и пировскитоподобные структуры. Фазовые переходы 1 и 2-го рода. Диффузионные фазовые переходы. Мартенситные и аустенитные переходы. Высокоэнтропийные сплавы.

Модуль 2.

Тема 3. Правила, связывающие структуру со свойствами. Правила Ретгерса, Вегарда-Зена, Гинье-Престона. Интерметаллиды: особенности структуры и свойств. Особенности поведения электросопротивления в сплавах со смешанным типом химической связи. Титан – алюминиевые интерметаллиды.

Тема 4. Общие сведения о мультиферроиках и высокотемпературных сверхпроводниках. Влияние структуры на свойства мультиферроиков и ВТСП.

Тема 5. Отличительные характеристики наноматериалов. Особенности изменения структуры и свойств материалов в наноструктурированном состоянии.

4.3.2. Содержание лабораторных занятий.

Модуль 1.

Тема 1. Определение числа атомов, приходящихся на элементарную ячейку в электронных соединениях на примере бета-, гамма- и эILON соединений на основе меди и цинка.

Модуль 2.

Тема 2. Изучение связи кинетических свойств с изменением параметров решетки.

Тема 3. Изучение схемы изменения структуры по сечению нанобъектов при отсутствии трансляционной симметрии в распределении свойств.

4.3.3. Самостоятельная работа.

Модуль 1.

Тема 1. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера - Зейтца. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка, ее свойства. Классификация решеток Браве.

Тема 2. Типы фазовых переходов, критические явления. Фазовых переходы второго рода: ферро- парамагнетизм; атомный порядок-беспорядок; нормальный проводник- сверхпроводник. Связь параметра порядка с изменением объема. Примеры кристаллических структур, отвечающих плотным и рыхлым упаковкам. Структура веществ с ковалентными связями. Особенности свойств рыхлоупакованных веществ. Отрицательный коэффициент теплового расширения.

Модуль 2.

Тема 3. Поликристаллические и аморфные сплавы. Кластеры. Сверхструктуры. Закономерности формирования структуры металлов при затвердевании, пластической деформации и термообработках. Диаграмма состояния системы титан – алюминий.

Тема 4. Мультиферроики типа I и типа II. Особенности свойств мультиферроиков Феррит висмута. Влияние катионного замещения на свойства BiFeO_3 . Особенности структуры ВТСП на примере сложного оксида YBCO в зависимости от уровня допирования.

Тема 5. Изменение долей поверхностного слоя (δ_n) и внутренней области (δ_v), в зависимости от диаметра нанобъекта. Влияние поверхностного слоя на структуру и свойства нанобъектов обусловлено его особым структурным состоянием. Три структурных типа проявления границ зерен: большеугловая граница (тип 1) при наличии области квазиаморфного состояния; когерентная граница (тип 2); промежуточная или переходная полуккогерентная граница (тип 3).

5. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося

Тематика заданий текущего контроля.

Модуль 1. Реальные структуры (*письменный опрос*)

1. Типы сил связи в конденсированных средах.
2. Типы кристаллических решеток.
3. Причины неидеальности структуры.

4. Виды дефектов.
5. Плотность упаковки. Анизотропия.
6. Твердые растворы.
7. Классификация сплавов. Кластеры.
8. Сплавы внедрения и вычитания.
9. Электронные соединения: фазы Юм-Розери и Лавеса.
10. Отличительные особенности и примеры фазовых переходов.
11. Связь параметра порядка с коэффициентом объемного теплового расширения.
12. Примеры аморфных сплавов.

Модуль 2. Связь структуры и свойств. (Устный опрос).

1. Изоморфное замещение. Правило Ретгерса для твердых растворов.
2. Связь между свойствами кристаллической решётки сплава и концентрацией отдельных его элементов .
3. Метастабильные промежуточные фазы. Зоны Гинье-Престона.
4. Особенности структуры и свойств интерметаллидов.
5. Специфика диффузионных фазовых переходов.
6. Особенности температурного коэффициента сопротивления в сплавах со смешанным типом химической связи.
7. Влияние дисперсности частиц на свойства мультиферроиков на примере феррита висмута.
8. Влияние кислородной стехиометрии на проводимость феррита висмута.
9. Роль лабильного кислорода в формировании структуры орто-1 и орто-2 в сложном оксиде YBCO.
10. Зависимость температурного коэффициента электросопротивления от кислородной стехиометрии в керамике YBCO

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

1. Классификация решеток Браве. Обратная решетка при описании дифракции рентгеновских лучей, нейтронов и электронов на кристалле.
2. Классификация фазовых переходов. Критические индексы.
3. Особенности температурной зависимости объема рыхлоупакованных веществ.
4. Основные характеристики металлических твердых растворов, механических смесей и химических соединений.
5. Особенности температурных зависимостей электросопротивления и теплового расширения интерметаллидов.
6. Связь кристаллической структуры со свойствами мультиферроиков.
7. Связь уровня допирования с шириной сверхпроводящего перехода.
8. Объемная доля границ раздела, границ зерен, тройных стыков в наноматериалах. Их зависимость от размера зерен.
9. Дефектность вещества в нанокристаллическом состоянии.
10. Относительное изменение периода решетки в зависимости от диаметра наночастиц.

Контрольные вопросы к зачету

1. Причины нарушения периодичности кристаллической структуры в реальных монокристаллах.
2. Электронное строение и структура металлических растворов. Твердые растворы внедрения и замещения. Химические соединения.

3. Фазы Юм-Розери и Лавеса.
4. Особенности структуры рыхлоупакованных и пировскитоподобных соединений.
5. Классификация фазовых переходов. Диффузионные фазовые переходы. Мартенситные и аустенитные переходы.
6. Правила, связывающие структуру со свойствами металлических сплавов. Правило Ретгерса.
7. Правило Вегарда-Зена.
8. Зоны Гинье-Престона.
9. Связь структуры и свойств титан – алюминевых интерметаллидов.
10. Влияние структуры на свойства мультиферроиков и ВТСП.
11. Связь между электросопротивлением и тепловым расширением YBCO и интерметаллида $Ti_{67}Al_{33}$.
12. Особенности сверхпроводящего перехода в наноструктурированной керамике YBCO.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

1. Бокий, Г.Б. Кристаллохимия / Г.Б. Бокий. –М: «Наука». 1971. 400 с.
2. Григорович, В.К. Металлическая связь и структура металлов/ В.К. Григорович. –М: «Наука». -1988. - 295 с.
3. Уманский, Я.С. Физика металлов. Атомное строение металлов и сплавов/ Я.С. Уманский, Ю.А. Скаков. –М: Атомиздат.–1978.– 352 с.
4. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика. Часть 1. — Издание 4-е. — М.: Наука, 1995. — («Теоретическая физика», том V).
5. Юхновский И. Р. Фазовые переходы второго порядка — метод коллективных переменных. — World Scientific, 1987. — ISBN 9971-5-0087-6
6. Клопотов А.А., Потекаев А.И., Козлов Э.В. и др. Кристаллогеометрические и кристаллохимические закономерности образования бинарных и тройных соединений на основе титана и никеля. Томск: Изд-во ТПУ, 2011. С. 312
7. Гантмахер В.Ф. Электроны в неупорядоченных средах. М.: Физматлит, 2003. 174 с.
8. Барабаш О.М., Коваль Ю.Н. Структура и свойства металлов и сплавов. Кристаллическая структура металлов и сплавов. Киев: Наукова думка, 1986. 598 с.
9. Сергеев Н.А. Физика наносистем [Электронный ресурс] : монография / Н.А. Сергеев, Д.С. Рябушкин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2015. — 192 с. — 978-5-98704-833-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33418.html>

10. Витязь П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.А. Витязь, Н.А. Свидунович. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2010. — 302 с. — 978-985-06-1783-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20108.html>
11. Тарасова Н.В. Термодинамические основы нанотехнологий. Энтропия, свободная энергия Гиббса [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Физико-химические основы нанотехнологий» / Н.В. Тарасова. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 25 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57620.html>

1.2.Дополнительная литература

1. Устиновщиков Ю.И. Диффузионные фазовые превращения в сплавах // УФН. 2014. Т. 184. № 7. С
2. Д.К. Палчаев, С.Х. Гаджимагомедов, Ж.Х. Мурлиева, А.Э. Рабаданова. Связь эффектов проводимости и сверхпроводимости YBCO с особенностями кристаллической структуры// Вестник Дагестанского государственного университета Серия 1. Естественные науки. 2020. Том 35. Вып. 3 С. 96-102 <https://doi.org/10.21779/2542-0321-2020-35-3-96-102>
3. S.Kh Gadzhimagomedov, D.K. Palchaev, Zh.Kh Murlieva, M.Kh Rabadanov, M.Yu. Presnyakov, E.V. Yastremsky, N.S. Shabanov, R.M. Emirov, A.E. Rabadanova YBCO nanostructured ceramics: Relationship between doping level and temperature coefficient of electrical resistance// J. of Physics and Chemistry of Solids. –2022. –V. 168. – P. 110811.
4. Нажипкызы М. Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Нажипкызы, Р.Е. Бейсенов, З.А. Мансуров. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 196 с. — 978-5-4486-0164-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73346.html> — 100 с. — 978-5-7264-0745-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23754.html>
5. Нанотехнологии в электронике-3.1 [Электронный ресурс] / И.И. Амиров [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2016. — 480 с. — 978-5-94836-423-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58864.html>
6. Верещагина Я.А. Инновационные технологии. Введение в нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Я.А. Верещагина. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. — 115 с. — 978-5-7882-0778-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61850.html>

6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Даггосуниверситет имеет доступ к комплектам библиотечного фонда основных отечественных и зарубежных академических и отраслевых журналов по профилю подготовки аспиранта направлению: 03.06.01 физика и астрономия, по специальности: 1.3.8. Физика конденсированного состояния:

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/> Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017 г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг. (доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение).
4. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017 г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания (доступ будет продлен).
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
7. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
8. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
10. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
11. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
12. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.
13. Springer. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-

- победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок
14. SCOPUS <https://www.scopus.com> Доступ предоставлен согласно лицензионному договору №Scopus/73 от 08 августа 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
 15. Web of Science - webofknowledge.com Доступ предоставлен согласно лицензионному договору № WoS/280 от 01 апреля 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса Договор действует с момента подписания по 30.03.2017г. (*доступ будет продлен*)
 16. «Pro Quest Dissertation Theses Global» (PQDT Global). - база данных зарубежных –диссертации. Доступ продлен согласно лицензионному договору № ProQuest/73 от 01 апреля 2017 года <http://search.proquest.com/>. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
 17. Sage - мультидисциплинарная полнотекстовая база данных. Доступ продлен на основании лицензионного договора № Sage/73 от 09.01.2017 <http://online.sagepub.com/> Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
 18. American Chemical Society. Доступ продлен на основании лицензионного договора №ACS/73 от 09.01.2017 г. pubs.acs.org Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
 19. Science (академическому журналу The American Association for the Advancement of Science (AAAS) <http://www.sciencemag.org/>. Доступ продлен на основании лицензионного договора № 01.08.2017г. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)

6.4. Программное обеспечение

Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint (MS PowerPointViewer), AdobeAcrobatReader, средство просмотра изображений, табличный процессор.

Программное обеспечение в компьютерный класс: MS PowerPoint (MS PowerPointViewer), AdobeAcrobatReader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

6.5. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Международная база данных Scopus по разделу физика полупроводников <http://www.scopus.com/home.url>
2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier по тематике физика полупроводников <http://www.sciencedirect.com/>
3. Ресурсы Российской электронной библиотеки www.elibrary.ru, включая научные обзоры журнала Успехи физических наук www.ufn.ru
4. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
5. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
6. Ресурсы МГУ www.nanometer.ru.
7. Методы получения наноразмерных материалов/ курс лекций и руководство к лабораторным занятиям. Екатеринбург. 2007.
8. http://www.chem.spbu.ru/chem/Programs/Bak/ultradisp_sost_SS.pdf
9. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>.
10. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
11. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства (<http://www.fepo.ru/>)
12. <http://www.nanometer.ru/lecture.html?id=165151&UP=156195&TP=USER>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков исследования свойств и обработки данных обеспечивается лабораториями физического практикума Физика и технология функциональных материалов.
2. При проведении занятий используются оснащенные современным технологическим и измерительным оборудованием: лаборатории физического факультета, а также в научно-исследовательских институтах (институт физики и институт проблем геотермии ДНЦ РАН); лаборатории, научно-образовательных центрах факультета (НОЦ по «Физике плазмы» и «Нанотехнологии»), а также в проблемных научно-исследовательских лабораториях кафедр физической электроники и физики твердого тела ДГУ (НИЛ - Физики плазмы и плазменных технологий, МНИЛ - Нанотехнологии и наноматериалы); центре коллективного пользования «Аналитическая спектроскопия»
3. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием.

8. Образовательные технологии

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного и научного оборудования являются:

- Информационные технологии.
- Проблемное обучение.
- Индивидуальное обучение.
- Работа в технологических и исследовательских лабораториях.
- Самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций используются следующие формы организации учебного процесса: лекция (информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), семинарские занятия, самостоятельная работа, консультация. Допускаются комбинированные формы проведения занятий, такие как лекционно-практические занятия.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Основы зонной теории полупроводников » и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.

Большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе Power Point, а также с использованием интерактивной доски.

Для реализации самостоятельной работы каждый аспирант обеспечен

- методическими рекомендациями;
- информационными ресурсами (учебными пособиями, индивидуальными заданиями, обучающими программами и т.д.);
- временными ресурсами;
- консультациями преподавателей;

- возможностью публичного обсуждения теоретических или практических результатов, полученные обучающимся самостоятельно (на конференциях, олимпиадах, конкурсах).