



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

Кафедры: физическая электроника, общая и теоретическая физика, физика
конденсированного состояния и наносистем

Образовательная программа
03.03.02- «Физика»

Профиль подготовки
Фундаментальная физика

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения
очная

Статус дисциплины: *базовая*

Махачкала, 2021 г.

Рабочая программа дисциплины «**Введение в специальность**» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика от «7» августа 2020 г. № 891.

Разработчики: (кафедры): физическая электроника, теоретическая и математическая физика, физика конденсированного состояния и наносистем

*Курбанисмаилов В.С. - д.ф.-м.н., профессор
Аливердиев А. А. - д.ф.-м.н., профессор
Палчаев Д.К.. - . д.ф.-м.н., профессор
Исмаилов А.М. - . к.ф.-м.н., доцент*

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании Совета физического факультета от «30» июня 2021 г.,
протокол № 10.

Декан



Курбанисмаилов В.С.

на заседании Методической комиссии физического факультета
от «30» июня 2021 г., протокол № 10.

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением «09» июля 2021 г.  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Введение в специальность» входит в базовую часть, формируемая участниками образовательных отношений образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки **03.03.02 Физика** (профиль – Фундаментальная физика). Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрами: *физическая электроника, общая и теоретическая физика, физика конденсированного состояния и наносистем.*

В основу программы положены принципы фундаментальности, интегрированности и дополнительности. В лекционном курсе главное место отводится общетеоретическим основам физических знаний.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением квантовых вычислений, квантовых алгоритмов, квантовых компьютеров, квантовой телепортации, квантовой криптографии, фокусировки электронных и ионных потоков, взаимодействии электронных потоков с электромагнитными полями, получения изображения с помощью электронных и ионных пучков; с принципом действия и особенностями как существующих, так и вновь разрабатываемых приборов физики конденсированного состояния.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: *общепрофессиональных: ОПК-1, ОПК-2; профессиональных: ПК-10, ПК-11.*

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: текущего контроля (опросы, контрольные работы, коллоквиумы) и *промежуточного контроля* в форме дифференцированного зачета.

Объем дисциплины 4 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Сем естр	Учебные занятия								Форма промежуто чной аттестации (зачет, дифференц ированный зачет, экзамен
	в том числе								
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экзамен	
		Всего	из них						
	Лекции		Лаборат орные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации			
5	144	80	30	-	50	-	-	64	дифференц ированный зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Введение в специальность» является формирование у студентов комплекса теоретических знаний и практических навыков по интегрально-геометрическим преобразованиям и их применению на основе заданных теоретических моделей и уравнений связи, к обработке и интерпретации первичных данных физического эксперимента. Ознакомление студентов с главными результатами, достигнутыми в физической электронике, физике конденсированного состояния, магнетизме и физике фазовых переходов и интерпретации первичных данных физического эксперимента.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина входит в базовую часть, формируемая участниками образовательных отношений образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки **03.03.02 Физика** (профиль: фундаментальная физика).

Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные со способностью использовать теоретические знания в области интегральной геометрии, физической электронике, физике конденсированного состояния, магнетизме и физике фазовых переходов для решения конкретных задач. Студент должен приобрести навыки анализа интегральных экспериментальных данных и применения к ним интегрально-геометрических преобразований, а также знание основ интегральной геометрии. При этом бакалавр должен получить не только физические знания, но и навыки их дальнейшего пополнения, научиться пользоваться современной литературой, в том числе электронной.

Приступая к изучению дисциплины «Введение в специальность», студент должен знать содержание следующих дисциплин: математический анализ, общая физика, теоретическая механика, аналитическая геометрия, дифференциальные уравнения и теория вероятностей. Данная дисциплина является одной из основных в подготовке бакалавров по направлению «Физика» и по профилю «Фундаментальная физика».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ПООП (при наличии))	Планируемые результаты обучения
---	--	---------------------------------

ОПК-1. Способность применять базовые знания в области физико-математических и других естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Выявляет и анализирует проблемы, возникающие в ходе профессиональной деятельности, основываясь на современной научной картине мира	Знать: • физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности; • тенденции и перспективы развития современной физики, а также смежных областей науки и техники; • основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач физики; • новые методологические подходы к решению задач в области профессиональной деятельности; • основы качественного и количественного анализа методов решения задач физического эксперимента. Уметь: • выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта. • реализовать и
	ОПК-1.2. Реализует и совершенствует новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.	

	ОПК-1.3. Проводит качественный и количественный анализ выбранного методов решения выявленной проблемы, при необходимости вносит необходимые коррективы.	совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности; • выбирать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при необходимости вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата. Владеть: • навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем; • навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности; • навыками проводить качественный и количественный анализ методов решения выявленной проблемы, оценивать эффективность выбранного метода.
--	---	--

ОПК-2. Способность проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-2.1. Выбирает или самостоятельно формулирует тему исследования, составляет программу исследования. ОПК-2.2. Самостоятельно выбирает методы исследования, разрабатывает и проводит исследования. ОПК-2.3. Анализирует, интерпретирует, оценивает, представляет и защищает результаты выполненного исследования с обоснованными выводами и рекомендациями.	Знать: • актуальные проблемы, основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития физики, а также смежных областей науки и техники; • принципы планирования экспериментальных исследований для решения поставленной задачи; • современные инновационные методики исследований, в том числе с использованием проблемно-ориентированных прикладных программных средств; • основные приемы обработки и представления результатов выполненного исследования; • передовой отечественный и зарубежный научный опыт и достижения по теме исследования. Уметь: • выбирать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при необходимости вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата; • самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований; • рассматривать возможные варианты реализации экспериментальных исследований, оценивая их достоинства и недостатки; • самостоятельно выбирать методы исследования; • использовать основные приемы обработки, анализа и представления экспериментальных данных;
---	--	--

		• формулировать и аргументировать выводы и рекомендации по выполненной работе. Владеть: • навыками формулировать конкретные темы исследования, планировать эксперименты по заданной методике для эффективного решения поставленной задачи; • навыками самостоятельно выбирать методы исследования, разрабатывать и проводить исследования; • навыками обработки, анализа и интерпретации полученных данных с использованием современных информационных технологий; • формулировать и аргументировать выводы и рекомендации по исследовательской работе.
ПК-10. Владение методами теоретической физики в применении к профессиональным задачам	ПК-10.1. Владеет специальными знаниями в области квантовой теории. ПК-10.2. Владеет специальными знаниями в области теоретической механики и электродинамики. ПК-10.3. Применяет методы математической физики для постановки и решения задач в профессиональной деятельности. ПК-10.4. Способен использовать основные методы теоретической физики.	Знать: • основные принципы квантовой теории, границы их применения и применение принципов в важнейших практических приложениях в первую очередь, в области конденсированного состояния, а также физики плазмы; • фундаментальные физические эксперименты в области исследования частиц и волн, и их роль в развитии науки; • теоретические основы, основные понятия, законы и модели линейных и нелинейных уравнений математической физики. Уметь: • объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления,

		эффекты и точки зрения фундаментальных физических взаимодействий; • интерпретировать смысл физических величин и понятий; использовать методы адекватного физического и математического моделирования и методы теоретического анализа к решению конкретных проблем; • определить какие законы описывают данное явление или эффект; • использовать методы абстракции, физического и математического моделирования для решения конкретных задач в области теоретической механики и электродинамики; • пользоваться теоретическими основами, основными понятиями и моделями линейных и нелинейных уравнений математической физики; • критически оценивать следствия тех или иных решений, открытий в теоретической физике, на дальнейший ход развития науки в целом; • применять знания, полученные при изучении теоретической физики, для решения конкретных физических задач; • разработать вариант решения различных задач смежных дисциплин на основе законов теоретической физики. Владеть: • навыками использования основных физических законов и принципов в практических приложениях;
--	--	--

		• навыками применения основных методов теоретического анализа для решения естественнонаучных задач; • анализом полученных экспериментальных результатов в исследовании процессов, происходящих в микромире, адекватное соответствие результатов той • или иной теоретической модели; • основными физическими законами и принципами использования теоретической механики и электродинамики в практических приложениях; методами использования основных методов теоретического анализа для решения естественно-научных задач; • анализом полученных экспериментальных результатов, адекватное соответствие результатов той или иной теоретической модели. • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации; • типовыми методологиями, приемами, технологиями, применяемыми при написании, составлении • обзоров проведенных научных исследований; • существующими методами, законами теоретической физики, которые можно применить для решения задач в различных областях человеческой деятельности.
ПК-11. Способность понимать	ПК-11.1. Базовые теоретические знания по физике конденсированного	Знать: • типы связей в

теорию и методы исследования физики конденсированного состояния вещества	состояния из фундаментальных разделов общей и теоретической физики. ПК-11.2. Физические основы и природа кристаллических классов и пространственных групп. ПК-11.3. Современные представления о формировании физических свойств конденсированных сред. ПК-11.4. Особенности свойств в монокристаллических, керамических и наноматериалах.	конденсированных средах, классификацию веществ – металлы полупроводники и диэлектрики; • связь структуры и свойств конденсированных сред; • диаграммы состояния многоатомных материалов; • принципы формирования структуры и элементы кристаллофизики: типы кристаллических решеток; сингонии; плотность упаковки элементарных ячеек; виды дефектов в кристаллах; методы дифракционного анализа; • формирование зарядовых возбуждений и их релаксацию; • процессы формирования равновесных и транспортных свойств; • температурные зависимости механических, электрических, тепловых, магнитных и оптических свойств конденсированных сред; • связь структуры с механическими, электрическими, тепловыми, магнитными и оптическими свойствами; • физику отличительных особенностей формирования свойств в монокристаллических, керамических и наноматериалах. Уметь: • оценивать тип связи в конденсированных средах согласно их классификации – металлы полупроводники и диэлектрики; строить бинарные диаграммы состояния материалов; • определять типы
---	--	--

		кристаллических решеток, направления и плоскости решеток; • расшифровывать результаты дифракционного анализа; • оценивать параметры зарядовых возбуждений и их релаксации при формировании транспортных свойств; • интерпретировать температурные зависимости механических, электрических, тепловых, магнитных и оптических свойств конденсированных сред; • получать монокристаллические, керамические и наноматериалы. Владеть: • знаниями об идеальных и реальных структурах; • методами определения направления и плоскости решеток, а так же элементов симметрии; методами оценки плотности упаковки элементарных ячеек; • методами оценки параметров механических, электрических, тепловых, магнитных и оптических свойств; • процессов формирования равновесных и транспортных свойств; • методами интерпретации связи структуры с механическими, электрическими, тепловыми, магнитными, и оптическими свойствами. • технологиями получения и исследования свойств монокристаллических,
--	--	---

		керамических и нано материалов.
--	--	---------------------------------

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц - 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/ п	Разделы и темы дисциплин	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	Контроль самостоятельной работы		
	Модуль 1. Физика конденсированного состояния							
1.	Кристаллические и аморфные состояния твердых тел. Типы связей в кристаллах.	5	2	4			6	Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач.
2.	Структуры с различными типами связей и их физические свойства.	5	2	4			6	Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач.
3.	Методы исследования структур.	5	2	4			4	Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач.
	Итого за модуль 1		6	12			16	
	Модуль 2. Физика конденсированного состояния							
4.	Классификация проводников, полупроводников и диэлектриков по электропроводности и по ширине запрещенной зоны.	5	2	4			4	Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач
5.	Электро- и теплопроводность, магнитные свойства и Контактные явления.	5	3	3			6	Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач
6.	Термоэлектрические и гальваномагнитные явления.	5	1	1			2	
7.	Итого за модуль 2		6	8			12	

Модуль 3. Интегрально-геометрические методы в физических исследованиях								
8.	Введение. Основные математические определения. Постановка прямой и обратной задачи Радона.	5	2	2			4	Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач
9.	Систематизация интегрально-геометрических методов в физическом эксперименте.	5	4	6			4	Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач
9	Математические основы интегральной геометрии. Проекционная теорема. Решения Радона.	5	2	4			4	Коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач
10	Основные методы обратной реконструкции. Дискретизация и разрешение. Задачи с неполными данными.	5	2	4			4	Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых <i>задач</i>
Итого за модуль 3			10	16			16	
Модуль 4. Введение в нанотехнологию								
11.	Введение. История развития нанотехнологии, термины, определения. Наноразмерные структуры (двумерные, одномерные, нульмерные). Два основных технологических подхода: «сверху–вниз», «снизу–вверх». Нанотехнологии в России.	5	2	2			4	Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач
12.	Диагностика наноматериалов и их свойства. Дифракционные метод (рентгеновская, электронная дифракция). Электронная микроскопия (растровая и просвечивающая). Сканирующая зондовая микроскопия (СТМ, АСМ). Физические свойства наноматериалов. Классические и квантовые размерные эффекты. Механические,	5	2	2			4	Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач

	оптические, электрические свойства наноструктур.							
13.	Двумерные наноструктуры: тонкие пленки, сверхрешетки, квантовые ямы. Методы получения (физическое и химическое осаждение из газовой фазы). Устройства на квантовых ямах.	5	1	4			4	Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач
14.	Одномерные наноструктуры: нитевидные кристаллы (вискеры), нанонити. Методы получения нитевидных кристаллов. Механизм роста «пар-жидкость-кристалл». Приборные структуры на массиве вискеро- (идея космического лифта). Приборные структуры на одиночном вискере (сенсоры, полевой транзистор).	5	1	4			4	Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач
15.	Нульмерные наноструктуры: наночастицы. Методы получения наночастиц. Наночастицы «ядро в оболочке», наночастицы-катализаторы. Биологическое и медицинское применение наночастиц. Применение наночастиц в оптике (плазмоны связанные с наночастицами).	5	2	2			4	Фронтальный опрос; коллективный разбор конкретных ситуаций, типовых задач
	Итого за модуль 4		8	14			20	
	Итого (144 часа)		30	50			64	

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Физика конденсированного состояния

Тема 1. Кристаллические и аморфные состояния твердых тел.

Тема 2. Структуры с различными типами связей и их физические свойства.

Модуль 2. Физика конденсированного состояния

Тема 3. Классификация проводников, полупроводников и диэлектриков по электропроводности и по ширине запрещенной зоны.

Тема 4. Магнитные свойства и термоэлектрические эффекты.

Модуль 3. Интегрально-геометрические методы в физических исследованиях.

Тема 5. Введение. Основные математические определения. Постановка прямой и обратной задачи Радона.

Тема 6. Систематизация интегрально-геометрических методов в физическом эксперименте.

Тема 7. Математические основы интегральной геометрии. Проекционная теорема. Решения Радона.

Тема 8. Основные методы обратной реконструкции. Дискретизация и разрешение. Задачи с неполными данными.

Модуль 4. Введение в нанотехнологию

Тема 9. История развития нанотехнологии, термины, определения. Наноразмерные структуры (двумерные, одномерные, нульмерные). Два основных технологических подхода: «сверху–вниз», «снизу–вверх». Нанотехнологии в России.

Тема 10. Физические свойства наноматериалов. Классические и квантовые размерные эффекты. Механические, оптические, электрические свойства наноструктур.

Тема 11. Двумерные наноструктуры: тонкие пленки, сверхрешетки, квантовые ямы. Устройства на квантовых ямах.

Тема 12. Одномерные наноструктуры: нитевидные кристаллы (вискеры), нанонити. Приборные структуры на массиве вискеро (идея космического лифта). Приборные структуры на одиночном вискере (сенсоры, полевой транзистор).

Тема 13. Нульмерные наноструктуры: наночастицы. Биологическое и медицинское применение наночастиц. Применение наночастиц в оптике (плазмоны связанные с наночастицами).

4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.

Модуль 1,2. Физика конденсированного состояния

1. Стохастическая эмиссионная корреляционная томография. Метод совпадения коррелированных квантов
2. Типы связей в кристаллах.
3. Методы исследования структур.
4. Контактные явления.
5. Гальваномагнитные явления.

Модуль 3. Интегрально-геометрические методы в физических исследованиях

6. Общее решение обратной задачи Радона для n -мерного пространства.
7. Прямое и обратное преобразование Радона на плоскости.
8. Теорема отсчетов Шеннона.
9. Хромотомография. Задача учета скорости регистрируемого сигнала в пространственно-временной томографии.
10. Оптоакустическая томография. ЯМР-томография.
11. Применение обратного преобразования Радона для астрономических наблюдений (схема и принцип).

Модуль 4. Введение в нанотехнологию

12. Диагностика наноматериалов и их свойства. Дифракционные методы (рентгеновская, электронная дифракция).
13. Электронная микроскопия (растровая и просвечивающая). Сканирующая зондовая микроскопия (СТМ, АСМ).
14. Методы получения двумерных наноструктур (физическое и химическое осаждение из газовой фазы).
15. Методы получения одномерных наноструктур. Рост нитевидных кристаллов по механизму «пар-жидкость-кристалл».
16. Методы получения наночастиц. Наночастицы «ядро в оболочке», наночастицы-катализаторы.
17. Получение нитевидных кристаллов теллура методом термохимической активации.
18. Получение нитевидных кристаллов ZnO методом магнетронного распыления «горячей» мишени.

5. Образовательные технологии

В течение семестра студенты посещают лекции, решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Аттестация проводится после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов и академических институтов России.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Промежуточный контроль. В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;
- выполнение итоговой контрольной работы по решению задач, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

Итоговый контроль. Дифференцированный зачет в конце 5 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.

1. УЗИ-томография.
2. ЯМР-томография.
3. Фотоакустическая томография.
4. Задачи спекторотомографии.
5. Элементарная теория эмиссионных квантовых потоков.
6. Назовите отличительные особенности кристаллического и аморфного состояний
7. Чему равны координационные числа и число атомов, приходящиеся на одну ячейку для различных решеток?
8. Как обозначаются индексы узла, направления и плоскости в трехосной и четырехосной системах координат?
9. По каким формулам вычисляются объём элементарной ячейки, период идентичности, расстояние и угол между плоскостями?
10. Какова природа ионной, ковалентной, металлической и межмолекулярной связей?
11. Структуры, каких типов образуются с помощью названных типов связей?
12. Какие методы существуют для исследования структуры кристаллов? Назовите их преимущества и недостатки.
13. Какие дефекты структуры существуют в реальных кристаллах?

14. Чему равно число атомов в элементарной ячейке в случае: (а) примитивной, (б) объемно-центрированной, в) гранецентрированной кубических решеток?
15. Чему равно число атомов в элементарной ячейке гексагональной плотноупакованной решетки?
16. Показать, что c/a для идеальной гексагональной структуры равно 1,638.
17. Доказать, что в объемно-центрированной кубической решетке часть объема элементарной ячейки, занятая атомами равна 0,68.
18. Доказать, что в гранецентрированной кубической и гексагональной плотноупакованной решетках часть объема элементарной ячейки, занятая атомами равна 0,74.
19. Определить постоянная решетки кристалла LiJ, если известно, что отражение первого порядка рентгеновских лучей с длиной волны 2.1 Å от естественной грани этого кристалла происходит при угле скольжения $10^\circ 5'$.
20. Показать, что интерференционные максимумы от простой кубической решетки при заданном направлении падающих лучей возможны не для любых длин волн, а только для вполне определенных.
21. Показать для случая простой кубической решетки, что формула Вульфа-Брегга является следствием условий Лауэ.
22. Какое максимальное число линий может появиться на рентгенограмме от простой кубической решетки с постоянной $a=2.86 \text{ Å}$, если исследование ведется на кобальтовом излучении с длиной волны 1,789 Å?
23. Что такое работа выхода электронов?
24. Причина возникновения контактной разности потенциалов?
25. Что относится к термоэлектрическим эффектам?
26. В чём заключаются эффекты Холла и магнитосопротивления?
27. Кристаллическое и аморфное состояние твердого тела:
 - 1) В кристаллическом состоянии расстояние между атомами больше, чем в аморфном.
 - 2) У аморфного вещества существует точка плавления, а у кристаллического не существует
 - 3) В кристаллическом состоянии атомы расположены во всех направлениях в определенном порядке.
 - 4) В аморфном состоянии существует дальний порядок расположения атомов.
 - 5) В кристаллическом состоянии расстояния между атомами во всех направлениях одинаковы.
28. Какие элементы симметрии существуют для конечных фигур ?
 - 1) Плоскость симметрии, оси симметрии 1,2,3,4,5,6 порядков.

- 2) Плоскость симметрии, простые оси симметрии 2,3,4,5,6 порядков, зеркальные оси 4,5,6 порядков, центр симметрии.
 - 3) Центр симметрии, простые оси 2,3,4,6 порядков, зеркальные оси 4 и 6 порядков и плоскость симметрии.
 - 4) Простые оси 1,2,3,4,5,6 порядков и зеркальные оси 5,6 порядков, плоскость симметрии.
 - 5) Плоскость симметрии, центр симметрии, простые оси 2,3,4,6,8 и зеркальные оси 4,6 порядков.
29. Чему равно координационное число k и число атомов в элементарной ячейке n для кубической гранецентрированной решетки ?
- 1) $k=8, n=8$
 - 2) $k=10, n=3$
 - 3) $k=12, n=4$
 - 4) $k=6, n=4$
 - 5) $k=12, n=1$.
30. Определить отрезки, отсекаемые на осях решетки плоскостью (125)
- 1) 5,2,1
 - 2) 1,2,5
 - 3) 2,5,10
 - 4) 10,5,2
 - 5) 2,5,1.
31. Даны грани (320) и (110). найти символы ребра их пересечения.
- 1) [010]
 - 2) [001]
 - 3) [100]
 - 4) [110]
 - 5) [011].
32. Определить угол между плоскостями (110) и (101) кубической решетки.
- 1) 45°
 - 2) 60°
 - 3) 90°
 - 4) 120°
 - 5) 145°
33. Положение плоскостей в гексагональной системе определяется с помощью четырех индексов (hkil), найти индекс i для плоскостей (100).
- 1) -2
 - 2) 1
 - 3) -1
 - 4) 2
 - 5) 0

34. Найти число элементарных ячеек в одном кубическом см кристалла со структурным типом меди, если известно, что параметр $a = 3.5 \text{ \AA}$.
- 1) 23×10^{21}
 - 2) 25×10^{21}
 - 3) 31×10^{21}
 - 4) 37×10^{21}
 - 5) 45×10^{21}
35. Какая часть объема элементарной ячейки структурного типа молибдена занята атомами?
- 1) 45%
 - 2) 57%
 - 3) 68%
 - 4) 74%
 - 5) 80%
36. Какая часть объема элементарной ячейки структурных типов меди и магния приходится на пустоты?
- 1) 18%
 - 2) 26%
 - 3) 32%
 - 4) 36%
 - 5) 40%
37. Какой угол составляет вектор Бюргерса с осью краевой дислокации?
- 1) 0°
 - 2) 45°
 - 3) 60°
 - 4) 90°
 - 5) 120°
38. Какой угол составляет вектор Бюргерса с осью винтовой дислокации?
- 1) 0°
 - 2) 45°
 - 3) 60°
 - 4) 90°
 - 5) 120°
39. Определить под каким углом произойдет отражение первого порядка рентгеновских лучей, если длина волны будет равна расстоянию между плоскостями, от которых происходит отражение?
1. 30°
 2. 45°
 3. 60°
 4. 90°
 5. 120°

40. Почему для исследования структуры кристаллов используют рентгеновские, а не видимые лучи?
- 1) Видимые лучи сильно поглощаются веществом.
 - 2) Видимые лучи не проникают в исследуемое вещество
 - 3) Рентгеновские лучи обладают большей проникающей способностью
 - 4) Длина волны рентгеновского излучения соизмерима с межплоскостными расстояниями кристалла
 - 5) Видимые лучи плохо отражаются от кристалла.
41. Какой из перечисленных методов исследования совершенства кристаллической структуры можно отнести к методам неразрушающего контроля?
- 1) Метод избирательного травления
 - 2) Метод декорирования
 - 3) Электронномикроскопический метод
 - 4) Металлографический метод
 - 5) Рентгенотопографический метод
42. Какая из перечисленных химических связей обеспечивает наибольшую механическую прочность кристаллов?
- 1) Металлическая
 - 2) Ковалентная
 - 3) Ионная
 - 4) Межмолекулярная
 - 5) Водородная
43. Структурный тип сфалерита отличается от структурного типа алмаза тем, что в первом случае кристалл состоит из атомов двух сортов. К каким особенностям физических свойств кристаллов приводит этот фактор?
- 1) У кристаллов со структурой сфалерита увеличивается механическая прочность
 - 2) Из-за наличия доли ионной связи кристаллы со структурой сфалерита ведут себя как диэлектрики
 - 3) Кристаллы со структурой сфалерита обладают пьезоэффектом, а кристаллы с алмазной структурой не обладают
 - 4) Кристаллы со структурой алмаза обладают пьезоэффектом, а со структурой сфалерита не обладают
 - 5) Кристаллы со структурой алмаза имеют полярное направление
44. Что, из себя, представляет металл?
- 1) Совокупность ионов, образующих пространственную структуру и относительно сильно подвижных электронов, наделяющих вещество специфическими свойствами.

- 2) Совокупность системы положительных, малоподвижных ионов, образующих пространственную структуру и системы свободных электронов, участвующих в проводимости тока.
- 3) Совокупность системы положительных относительно малоподвижных ионов, образующих пространственную структуру и системы сильноподвижных электронов, наделяющих вещество специфическими электронными свойствами.
45. Пластическая деформация в основном обусловлена:
1) точечными дефектами; 2) линейными дефектами; 3) объемными дефектами.
46. Как зависит коэффициент диффузии от энергии межатомной связи?
1) не зависит; 2) диффузия больше при меньшей энергии; 3) диффузии меньше при большей энергии.
47. Каков порядок в расположении атомов в металлических стеклах?
1) полный беспорядок; 2) ближний порядок; 3) дальний порядок.
48. Каков критерий плавления?
1) достижение предельной частоты; 2) достижение полного искажения решетки; 3) достижение предельной амплитуды.
49. Энтальпия аморфного металла:
1) больше чем у кристаллического; 2) меньше чем у кристаллического; 3) такая же, как у кристаллического.
50. Неограниченный ряд твердых растворов образуется, когда у исходных компонент:
1) атомы одинаковых размеров; 2) атомы одного компонента намного меньше атомов другого; 3) одинаковые кристаллические решетки.
51. Металл нагрели на $2/3$ от $T_{пл}$ и медленно охладили – процесс называется
1) отжигом; 2) закалкой; 3) отпуском.

Перечень вопросов к зачету.

1. Силы связи и структура и фазовые состояния конденсированных сред.
2. Механические, тепловые свойства и диффузия в твердых телах.
3. Металлы полупроводники и диэлектрики.
4. Магнитные свойства, Контактные, термоэлектрические и гальваномагнитные явления.
5. Кристаллические и аморфные состояния твердых тел.
6. Структуры с различными типами связей и их физические свойства..
7. Классификация проводников, полупроводников и диэлектриков по электропроводности и по ширине запрещенной зоны.
8. Магнитные свойства и термоэлектрические эффекты.
9. Типы связей в кристаллах. Методы исследования структур.
10. Контактные явления. Гальваномагнитные явления.

11. Аналоговая томография. Привести пример со схемой.
12. Задача учета скорости регистрируемого сигнала в пространственно-временной томографии
13. Прямое и обратное преобразование Радона на плоскости.
14. Метод совпадения коррелированных квантов
15. Стохастическая эмиссионная корреляционная томография
16. Систематизация интегрально-геометрических методов. Физика измеряемой величины.
17. Задача оптоакустической томографии.
18. Проекционная теорема.
19. Систематизация интегрально-геометрических методов. Физика пространства (перечислить, привести примеры).
20. ЯМР-томография.
21. Общее решение обратной задачи Радона для n -мерного пространства.
22. Теорема отсчетов Шеннона.
23. Хромотомография.
24. Эмиссионная томография. Общий принцип, уравнение, примеры.
25. Решения обратной задачи Радона на плоскости (решения Радона).
26. Особенности томографического исследования нестационарного объекта.
27. Томография с использованием показателя преломления в качестве реконструируемой величины.
28. Основные параметры систематизации интегрально-геометрических методов в физическом эксперименте (перечислить).
29. Пример применения обратного преобразования Радона для астрономических наблюдений (схема и принцип).
30. История развития нанотехнологии, термины, определения. Наноразмерные структуры (двумерные, одномерные, нульмерные). Два основных технологических подхода: «сверху–вниз», «снизу–вверх». Нанотехнологии в России.
31. Физические свойства наноматериалов. Классические и квантовые размерные эффекты. Механические, оптические, электрические свойства наноструктур.
32. Двумерные наноструктуры: тонкие пленки, сверхрешетки, квантовые ямы. Устройства на квантовых ямах.
33. Одномерные наноструктуры: нитевидные кристаллы (вискеры), нанонити. Приборные структуры на массиве вискеро́в (идея космического лифта). Приборные структуры на одиночном вискере (сенсоры, полевой транзистор).
34. Нульмерные наноструктуры: наночастицы. Биологическое и медицинское применение наночастиц. Применение наночастиц в оптике (плазмоны связанные с наночастицами).

- 35.Диагностика наноматериалов и их свойства. Дифракционные методы (рентгеновская, электронная дифракция).
- 36.Электронная микроскопия (растровая и просвечивающая). Сканирующая зондовая микроскопия (СТМ, АСМ).
- 37.Методы получения двумерных наноструктур (физическое и химическое осаждение из газовой фазы).
- 38.Методы получения одномерных наноструктур. Рост нитевидных кристаллов по механизму «пар-жидкость-кристалл».
- 39.Методы получения наночастиц. Наночастицы «ядро в оболочке», наночастицы-катализаторы.
- 40.Получение нитевидных кристаллов теллура методом термохимической активации.
- 41.Получение нитевидных кристаллов ZnO методом магнетронного распыления «горячей» мишени.

7.2.Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Критерии оценок на зачетах

Критерии оценок следующие:

- **100 баллов**- студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разьяснять их в логической последовательности.
- **90 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разьяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.
- **80 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разьяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.
- **70 баллов** - студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.
- **60 баллов**- студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.
- **50 баллов**- в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.
- **40 баллов**- ответ студента правилен лишь частично, при разьяснении материала допускаются серьезные ошибки.

- **20-30 баллов** - студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.
- **10 баллов** - студент имеет лишь частичное представление о теме.
- **0 баллов** – нет ответа.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-бальную систему:

- «0 – 50» баллов – неудовлетворительно
- «51 – 65» баллов – удовлетворительно
- «66 - 85» баллов – хорошо
- «86 - 100» баллов – отлично
- «51 и выше» баллов – зачет

Оценка **«зачтено»** выставляется студенту, который

- прочно усвоил предусмотренный программой материал;
- правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов
- без ошибок выполнил практическое задание.

Дополнительным условием получения оценки **«зачтено»** могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и контрольной работы, систематическая активная работа на семинарских занятиях.

Оценка **«не зачтено»** выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий –10 баллов,
- активное участие на лекциях –15 баллов,
- устный опрос, тестирование, коллоквиум –60 баллов,
- и др. (выполнение домашних работ, доклады, рефераты)– 15баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 60 баллов,
- письменная контрольная работа – 30 баллов,
- тестирование – 10 баллов.

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

а) основная литература:

1. Каримов М.Г. Теория коррелированных квантовых потоков и ее использование для реконструктивных задач. Махачкала ИПЦ ДГУ, 1999г.
2. Аливердиев А.А., Каримов М.Г., Каримов К.М., Амирова А.А., Интегрально-геометрические методы в физической диагностике. Особенности разрешенной по времени томографии //Махачкала, 2013, 93 с.
3. Хеерман, Дитер В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике = Computersimulationmethods in theoretical physics. Вып.1: КФ: Компьютеры в физике / Хеерман, Дитер В.; Перевод с англ. В.Н. Задкова; Под ред. С.А. Ахманова. - М. : Наука, 1990. - 175 с.: ил.; 22 см. - Библиогр.: с. 162-168. - ISBN 5-02-014347-2: 2-00.
4. Павлов, Павел Васильевич. Физика твёрдого тела: учеб.для вузов по направлению "Физика" и специальностям "Физика и технология материалов и компонентов электрон. техники", "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы" / Павлов, Павел Васильевич ; А.Ф.Хохлов. - 3-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2000, 1993, 1985. - 493,[1] с.: ил.; 22 см. - Библиогр.: с. 480-481. - ISBN 5-06- 003770-3: 0-0.
5. Киттель, Чарлз. Введение в физику твёрдого тела / Киттель, Чарлз ; пер. А.А.Гусева и А.В.Пахнева; под общ.ред. А.А.Гусева. - М. : Наука, 1978. - 791 с.: ил.; 22 см. - Список лит.: с. 769-791. - 2-10.
6. Шалимова, Клавдия Васильевна. Физика полупроводников: учебник / Шалимова, Клавдия Васильевна. - 4- е изд., стер. - СПб;М;Краснодар: Лань, 2010. - 703-56.
7. Шаскольская, Марианна Петровна. Кристаллография: [учебник для вузов] / Шаскольская, Марианна Петровна. - М.: Высш. шк., 1984, 1976.-: ил.; 22 см. - Список. лит.: с. 384. - Предм. указ.: с. 396-389. - 1-52.
8. Раскин А.А. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подгот. 210100 "Электроника и микроэлектроника". Ч.1 / Раскин, Александр Александрович, В. К. Прокофьева. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 163.
9. Роцин В. М. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подгот. 210100

- "Электроника и микроэлектроника". Ч.2 / Рощин, Владимир Михайлович, М. В. Силибин. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 179.
10. Борисенко В.Е. Нанoeлектроника : учеб. пособие для студентов вузов по специальностям "Микро- и нанoeлектронные технологии и системы" и "Квантовые информ. системы" / Борисенко, Виктор Евгеньевич, А. И. Воробьёва. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009.
 11. Лозовский, Владимир Николаевич. Нанотехнология в электронике: Введение в специальность : [учеб.пособие] / Лозовский, Владимир Николаевич, Г. С. Константинова. - [2-е изд., испр.]. - СПб. [и др.] : Лань, 2008. – 327.
 12. Новиков А.Ф. Строение вещества [Электронный ресурс]: электронные оболочки атомов. Химическая связь. Конденсированное состояние вещества. Учебное пособие / А.Ф. Новиков. - Электрон.текстовые данные. - СПб.: Университет ИТМО, 2013. - 93 с. - 2227-8397. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68156.html>. (Дата обращения: 23.06.2021 г).
 13. Черевко А.Г. Физика конденсированного состояния. Часть 1. Кристаллы и их тепловые свойств [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Г. Черевко. - Электрон.текстовые данные. - Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. - 81 с. - 2227-8397. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69566.html> (Дата обращения: 23.06. 2021 г).
 14. Шепелевич В.Г. Физика металлов и металловедение [Электронный ресурс]: лабораторный практикум. Учебное пособие / В.Г. Шепелевич. - Электрон.текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2012. - 166 с. - 978--985--06--2191--7. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20291.html> (Дата обращения: 23.06. 2021 г).
 15. Хребтова С.Б. Физические методы исследования вещества. Задания для самостоятельной работы студентов. Часть 1. Спектроскопия ЯМР и ЭПР [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.Б. Хребтова, А.Т. Телешев, Н.Г. Ярышев. — Электрон.текстовые данные. — М.: Московский педагогический государственный университет, 2015. — 20 с. — 978-5-4263-0329-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70160.html> (Дата обращения: 23.06.2018 г).
 16. Сибирцев В.С. Экспериментальные методы исследования физико-химических систем. Часть 2. Атомная спектроскопия [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.С. Сибирцев. - Электрон.текстовые данные. - СПб.: Университет ИТМО, 2016. - 44 с. - 2227-8397. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65380.html>. (Дата обращения: 23.06. 2021 г).
 - 17.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>. (Дата обращения: 23.06. 2021 г).
18. Витязь П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / П.А. Витязь, Н.А. Свидуневич. — Электрон.текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2010. — 302 с. — 978-985-06-1783-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20108.html>. (Дата обращения: 23.06.2018 г).
19. Дмитриев А.С. Нанотехнологии в медицине [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Дмитриев, В.Ю. Наumenко, Т.А. Алексеев. — Электрон.текстовые данные. - М.: Издательский дом МЭИ, 2012. - 206 с. — 978-5-383-00731-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33180.html> (Дата обращения: 23.06. 2021 г).
20. Дзидзигури Э.Л. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Э.Л. Дзидзигури, Е.Н. Сидорова. - Электрон.текстовые данные. - М.: Издательский Дом МИСиС, 2012. - 71 с. - 978-5-87623-605-0. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56215.html> (Дата обращения: 23.06. 2021 г).
21. Неволин В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике [Электронный ресурс] / В.К. Неволин. — Электрон.текстовые данные. — М.: Техносфера, 2014. — 174 с. — 978-5-94836-382-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26894.html> (Дата обращения: 23.06. 2021 г).
22. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс] / Ю.И. Головин. - Электрон.текстовые данные. - М.: Машиностроение, 2012. - 656 с. - 978-5-94275-662-8. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18532.html> (Дата обращения: 23.06. 2021 г).

б) дополнительная литература:

1. Гулд, Харви. Компьютерное моделирование в физике: В 2-х ч. Ч.2 / Гулд, Харви, Тобочник, Ян; Пер. с англ. А.Н.Полюдова, В.А.Панченко. - М.: Мир, 1990. - 399 с. : ил.; 22 см. - ISBN 5-03-001594-9: 2-50.
2. Васильева, Аделаида Борисовна. Интегральные уравнения: учебник / Васильева, Аделаида Борисовна, Н. А. Тихонов. - Изд. 3-е, стер. - СПб. [и др.]: Лань: МГУ, 2009, 1989. - 159 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0911-2: 174-13.
3. Применение ультразвука в медицине: Физические основы / [Э.Миллер, К.Хилл, Дж.Бэмбер и др.]; под ред. К.Хилла; [пер. с англ. В.Н.Дмитриев, В.П.Юшин, А.М.Рейман и др.]. - М.: Мир, 1989. - 568 с.: ил. - 5-40
4. Физика визуализации изображений в медицине: [в 2-х т.]. Т.1 / под ред. С.Уэбба; пер. с англ. под ред. Л.В.Бабина и А.П.Сарвазяна. - М.: Мир, 1991. - 407 с.: ил. - 5-90.

5. Попов, Георгий Михайлович. Кристаллография : учеб. для геол. спец. вузов / Попов, Георгий Михайлович. - Изд. 5-е, испр. и доп. - М. : Высшая школа, 1972, 1964, 1955, 1941. - 352 с. : ил.; 22 см. - Предм. указ.: с. 344- 348. - 0-85.
6. Магомедов, Хандула Ашикович. Избранные главы физики твёрдого тела / Магомедов, Хандула Ашикович, Л. К. Магомедова; М-во образования и науки РФ, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала: Изд-во ДГУ, 2011. - 155 с. - 95-00.
7. Физика твёрдого тела: лаб. практикум: [в 2-х т.]. [Т.] 1: Методы получения твёрдых тел и исследования их структуры / под ред. А.Ф. Хохлова. - Изд. 2-е, испр. - М.: Высш. шк., 2001. - 362, [6] с. - ISBN 5-06-004021-6 (Т.1): 91-30.
8. Шишкин Г.Г. Наноэлектроника: Элементы, приборы, устройства : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям 210600 "Нанотехнология", 152200 "Наноинженерия", 210100 "Электроника и наноэлектроника" / Шишкин, Геннадий Георгиевич, И. М. Агеев. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. - 408 с.
9. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий: учеб. пособие / Старостин, Виктор Васильевич ; под общ. ред. Л.Н.Патрикеева. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 431 с.
10. Рыжонков, Дмитрий Иванович. Наноматериалы: учеб. пособие / Рыжонков, Дмитрий Иванович, В. В. Лёвина. - 2-е изд. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 365 с.
11. Дубровский, Владимир Германович. Теория формирования эпитаксиальных наноструктур / Дубровский, Владимир Германович. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 350 с.
12. Кобаяси, Наоя. Введение в нанотехнологию: пер. с японск. / Кобаяси, Наоя. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2005. - 134 с.
13. Агишев А.Ш. Основы квантовой механики и ЯМР спектроскопии [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Ш. Агишев, И.П. Шишкина, М.А. Агишева. - Электрон. текстовые данные. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. - 107 с. - 978-5-7882-1336-1. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62521.html> (Дата обращения: 23.06. 2021 г).
14. Балдин К.В. Общая теория статистики [Электронный ресурс]: учебное пособие / К.В. Балдин, А.В. Рукосуев. - Электрон. текстовые данные. - М.: Дашков и К, 2015. - 312 с. - 978-5-394-01872-5. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5262.html> (Дата обращения: 23.06. 2021 г).

15. Шилова З.В. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс]: учебное пособие / З.В. Шилова, О.И. Шилов. - Электрон.текстовые данные. - Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015. - 158 с.— 978-5-906- 17262-4. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33863.html> (Дата обращения: 23.06. 2021 г).
16. Седаев А.А. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Седаев, В.К. Каверина. — Электрон.текстовые данные. - Воронеж: Воронежский государственный архитектурностроительный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 132 с. - 2227-8397. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55060.html> (Дата обращения: 23.06. 2021 г).
17. Тарасова Н.В. Дисперсные системы. Дисперсионный анализ полидисперсных систем [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/57594.html> (Дата обращения: 23.06. 2021 г).
18. Физико-химические основы нанотехнологий [Электронный ресурс] : методические указания / — Электрон.текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 64 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63530.html> (Дата обращения: 23.06. 2021 г).
19. Ремпель А.А. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Ремпель, А.А. Валеева. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 136 с. — 978-5-7996-1401-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68346.html> (Дата обращения: 23.06. 2021 г).

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г. Срок действия договора со 02.10.2020 г. по 02.10.2021 г.
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»: www.biblioclub.ru. Договор об оказании информационных услуг № 131-09/2010 от 01.10.2020г. Срок действия договора с 01.10.2020 до 30.09.2021 г. 537наименований.

3. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. - Махачкала, г. - Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. - URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.03.2021).
4. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЛАНЬ <https://e.lanbook.com/>. Договор №СЭБ НВ-278 на электронно-библиотечную систему ЛАНЬ от 20.10.2020 г. Срок действия договора со 20.10.2020 г. по 31.12.2023г.
5. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>. Лицензионное соглашение № 844 от 01.08.2014 г. Срок действия соглашения с 01.08.2014 г. без ограничения срока.
6. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке от 1 августа 2016 г. Срок действия договора с 01.08.2016 г. без ограничения срока. Договор может пролонгироваться неограниченное количество раз, если ни одна из сторон не желает его расторгнуть.
7. **Web of Science:** Web of Science Core Collection базы данных Clarivate. Срок действия до 31.01.2021 г. Письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных Clarivate в 2020 г. webofknowledge.com
8. **Scopus:** Scopus издательства Elsevier B.V. Срок действия до 31.01.2021 г. Письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы данных Scopus издательства Elsevier B.V. в 2020 г. <https://www.scopus.com>
9. **Международное издательство Springer Nature** Коллекция журналов, книг и баз данных издательства Springer Nature. Срок действия до 31.01.2021 г. Письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature в 2020 г. на условиях национальной подписки <https://link.springer.com/>
10. **Журналы American Physical Society.** Базы данных APS (American Physical Society). Срок действия до 31.01.2021 г. Письмо РФФИ от 10.11.2020 г. № 1265 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных American Physical Society в 2020 г. <http://journals.aps.org/about>
11. **Университетская информационная система РОССИЯ** <https://uisrussia.msu.ru/>
11. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
12. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>.
13. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
14. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>

15. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
16. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.
17. www.nanometr.ru - Интернет -журнал «Нано метр».
18. www.nanorf.ru - Российский электронный наножурнал.
19. www.rusnano.com- Российская корпорация нанотехнологий (РОСНАНО).
20. <http://ntsr.info>-Нанотехнологическое общество России (НОР).
21. <http://rusnanonet.ru>- Национальная нанотехнологическая сеть России - на сайте представлены: каталог, статьи, новости и др.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Оптимальным путем освоения дисциплины является посещение всех лекций и семинаров, выполнение предлагаемых заданий в виде задач, тестов и устных вопросов.

На лекциях рекомендуется деятельность студента в форме активного слушания, т.е. предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование лекции. На семинарских занятиях деятельность студента заключается в активном обсуждении задач, решенных другими студентами, решении задач самостоятельно, выполнении контрольных заданий. В случае если студентом пропущено лекционное или семинарское занятие, он может освоить пропущенную тему самостоятельно с опорой на план занятия, рекомендуемую литературу и консультативные рекомендации преподавателя.

Перед проведением зачета проводится коллективная аудиторная консультация, на которой даются советы по подготовке к диф. зачету. В целом рекомендуется регулярно посещать занятия и выполнять текущие задания, что обеспечит достаточный уровень готовности к сдаче экзамена.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При наличии технической возможности, желательно использование электронных презентаций и видеопроектора для лучшей наглядности приводимых на лекциях схем.

Необходимым является использование компьютерной техники при работе над вопросами, включенными в план самостоятельной работы.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях факультета.

Технические средства обучения, используемые в учебном процессе для освоения дисциплины:

1. компьютерное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
2. пакет плакатов и графиков, используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;
3. электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.