

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ПРИНЯТО

На заседании Ученого совета

Физико-технического института

Протокол от «02» февраля 2024 г. № 5

И.о. директора  / И.Ф. Шарафуллин

УТВЕРЖДЕНО

Проректор по образовательной  
деятельности

 / И.А. Макаренко



**ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

1.3.3. Теоретическая физика

Отрасль науки:

физико-математические науки

Уфа – 2024

Разработчик (разработчики):



(подпись)

к.ф.-м.н., доцент, Закирьянов Ф.К.

(ученая степень, ученое звание, должность, фамилия и.о.)

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине по научной специальности  
1.3.3. «Теоретическая физика» утверждена на заседании кафедры теоретической физики  
(Протокол от «31» января 2024 г. № 6).

## 1. Общие положения

1.1. Область науки:

Физика и астрономия

Группа научных специальностей:

1.3.3 Теоретическая физика «Физика и астрономия» (одна группа)

Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:

Физика и астрономия

Шифр научной специальности:

1.3.3. Физика и астрономия

1.2. Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине (далее «специальная дисциплина») по научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика разработана в соответствии с:

Федеральным законом от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней»;

Приказом Минобрнауки России от 28.03.2014 № 247 «Об утверждении Порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня»;

Приказом Минобрнауки России от 05.08.2021 № 712 «О внесении изменений в некоторые приказы Министерства образования и науки Российской Федерации и Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в сфере высшего образования и науки и признании утратившими силу приказов Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 апреля 2013 г. N 296 и от 22 июня 2015 г. N 607»;

Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24 февраля 2021 г. № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093»;

Паспортом научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика;

Уставом УУНиТ;

Приказом УУНиТ от 07.03.2023 г. № 0527 «О Порядке прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов».

1.3. Программа кандидатского экзамена регламентирует цель, задачи, содержание, организацию кандидатского экзамена, порядок работы экзаменационной комиссии, порядок оценки уровня знаний соискателя ученой степени кандидата. Физика и астрономия наук, и включает перечень вопросов, выносимых на кандидатский экзамен, рекомендации по подготовке к кандидатскому экзамену, в том числе, перечень литературы и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для подготовки к кандидатскому экзамену.

1.4. Кандидатские экзамены представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата. Физика и астрономия наук (аспиранта/прикрепленного лица) к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

## 2. Цель проведения кандидатского экзамена

Целью проведения кандидатского экзамена по специальной дисциплине является оценка степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук (аспиранта/прикрепленного лица) к проведению научных исследований по научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика и отрасли науки Физика и астрономия науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация:

– проверка сформированности умений в области применения, использования междисциплинарных установок и общенаучных понятий в решении комплексных задач теории и практики в конкретно научной исследовательской деятельности;

- владение основными категориями и методами на уровне, позволяющем получать качественные результаты при решении теоретических и прикладных задач в области дисциплин;
- получение практических навыков аргументации в обосновании научного статуса и актуальности конкретной исследовательской задачи, в работе с внеэмпирическими методами оценки выдвигаемых проблем и гипотез.

Сдача кандидатских экзаменов обязательна для присуждения ученой степени кандидата наук.

### **3. Задачи, решаемые в ходе сдачи кандидатского экзамена**

В ходе сдачи кандидатского экзамена необходимо оценить:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области;

### **4. Структура и содержание кандидатского экзамена**

4.1. Кандидатский экзамен по специальной дисциплине по научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика проводится в устной форме по билетам (Приложение № 1). Экзаменационный билет включает в себя три теоретических вопроса.

Продолжительность устного ответа на экзамене – 20 минут, время на подготовку к ответу на экзаменационный билет – до 30 минут.

4.2. Комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в ее заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе 1 доктор наук.

Решение, принятое комиссией, оформляется протоколом по установленной Университетом форме.

4.3. Университет вправе применять дистанционные образовательные технологии при проведении кандидатского экзамена. Особенности проведения кандидатских экзаменов с применением дистанционных образовательных технологий определяются локальным нормативным актом Университета.

4.4 При проведении кандидатского экзамена с применением дистанционных образовательных технологий Университет обеспечивает идентификацию личности аспирантов/прикрепленных лиц и контроль соблюдения требований, установленных локальным нормативным актом.

4.5 Осуществлять отбор и анализ информации, необходимой для исследований в области квантовой теории поля и физики конденсированного состояния.

4.6 Использовать основные законы теоретической физики.

4.7 Решать линейные и нелинейные уравнения физики различных типов, формулировать и доказывать теоремы, применять методы математической физики для решения задач, построения и анализа моделей механики, физики и естествознания, самостоятельно решать классические задачи

4.8 Применять полученные знания и навыки по теоретической физике для построения математических моделей, изучение физических процессов и явлений реального мира и нахождения способов их исследования.

4.9 Методами математической и теоретической физики и численного моделирования, а также применения современных информационно-коммуникационных технологий для решения исследовательских задач.

4.10 Аналитическими методами решения линейных и нелинейных уравнений, навыками практического использования современного математического инструментария для решения и анализа задач механики и физики.

4.11 Применять современные информационно-коммуникационные технологии для решения исследовательских задач в области теоретической физики.

## 5. Перечень тем, вынесенных на кандидатский экзамен

Тема 1. Теоретическая механика. Механика сплошных сред.

Тема 2 Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика.

Тема 3 Электродинамика сплошных сред.

Тема 4 Квантовая теория.

Тема 5 Структура твердых тел

Тема 6 Энергетический спектр кристаллов

Тема 7 Электронные кинетические свойства твердых тел

Тема 8 Механические, оптические и магнитные свойства твердых тел

Тема 9 Диэлектрики

Тема 10 Термодинамика и фазовые переходы

Тема 11 Сверхпроводимость

Тема 12 Экспериментальные методы физики твердого тела

## 6. Перечень документов и материалов, которыми разрешается пользоваться на кандидатском экзамене

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине по научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика.

Во время проведения кандидатского экзамена аспирантам/прикрепленным лицам, привлекаемым к его проведению, запрещается иметь при себе и использовать средства связи.

## 7. Перечень вопросов для проведения кандидатского экзамена:

1. Основные понятия классической механики и законы Ньютона. Законы сохранения импульса, момента импульса, энергии. Материальная точка и система материальных точек.
2. Уравнение движения твердого тела. Тензор инерции. Общее решение задачи двух тел. Упругое рассеяние частиц.
3. Движение относительно неинерциальной системы отсчета, силы инерции. Принцип относительности Эйнштейна, релятивистская кинематика. Преобразование Лоренца и кинематические следствия из них, сложение скоростей в С.Т.О. Основные положения релятивистской динамики. Соотношение между массой и энергией в нерелятивистской механике и в С.Т.О.
4. **Функция Лагранжа и уравнение Лагранжа. Зконы изменения и сохранения обобщенного импульса и энергии.**
5. Собственные колебания **материальной точки** и механической системы. Вынужденные, затухающие колебания и резонанс.
6. Функция Гамильтона и уравнение Гамильтона. **Скобки Пуассона. уравнение. Гамильтона-Якоби.**
7. Основные положения механики сплошных сред. Уравнения движения. Уравнение непрерывности. Законы изменения плотности импульса и плотности энергии. Интеграл импульса и плотности энергии. Интеграл Бернулли. Потенциальное течение. Ламинарное и турбулентное течение.
8. Волновое уравнение. Звуковые волны. Эффект Доплера.
9. Упругие деформации твердого тела, обобщенный закон Гука. Бегущие и стоячие волны в твердых телах.
10. Термодинамические (статистические) системы. Состояние термодинамического равновесия. 1-е, 2-е, 3-е начала термодинамики для квазистатических процессов. Абсолютная температура. Энтропия. Термодинамические потенциалы.
11. 2-е начало термодинамики для неравновесных процессов. Экстремальные свойства термодинамических потенциалов. Условия равновесия и устойчивости. Фазовые переходы.

12. Микроскопическое описание статистической системы. Смешанное состояние. Матрица плотности. Классическая система: фазовое пространство и уравнение Лиувилля. Каноническое распределение Гиббса. Сумма состояний и свободная энергия. Большое каноническое распределение Гиббса.
13. Квазиклассический переход к интегралу состояний. Распределение Максвелла и Больцмана.
14. Неидеальный классический газ с коротко действием. Парная корреляционная функция.
15. Виреальное положение. Система с кулоновским взаимодействием. Дебаевский радиус экранирования. Свободная энергия плазмы.
16. Идеальные квантовые газы Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Средние числа заполнения (распределения Ферми и Бозе). Теплоёмкость при низких температурах. Квантовая теория теплоёмкости двухатомного идеального газа. Фотонный газ, равновесное излучение и формула Планка. Фононы и теория теплоёмкости твердого тела (по Дебаю и Эйнштейну).
17. Квазитермодинамическая теория флуктуации основных термодинамических величин.
18. Случайные процессы. Броуновское движение. Уравнение Фоккера-Планка. Спектральные представления и временные корреляции случайных процессов. Тепловые шумы и формула Найквиста.
19. Кинематические уравнения (общие положения). Понятие об H-теореме Больцмана.
20. Кинематическое уравнение с релаксационным членом и его простейшие применения (явления переноса).
21. Уравнение Максвелла (в вакууме) как обобщение опытных фактов и их свойств. Закон Ампера и сила Лоренца. Электромагнитные потенциалы, тензор энергии импульса электромагнитного поля.
22. Калибровочное преобразование. Ковариантность уравнений Максвелла и преобразование потенциалов, токов и полей. Инварианты поля.
23. Уравнение для вектор-потенциала для статистической системы и его решение, разложение потенциала по мультиполям (магнитный диполь).
24. Плотность энергии и плотность электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойтинга.
25. Решение нестационарных уравнений Максвелла (в вакууме) с правой частью. Запаздывающие потенциалы, излучение электромагнитных волн. Поляризация волн. Волновая зона. Электрическое дипольное и квадрупольное излучение, магнитное дипольное излучение.
26. Уравнение Максвелла для поля в среде. Материальные уравнения. Электромагнитные потенциалы в кусочно-однородной среде, граничные условия для поля.
27. Электростатика, энергия системы заряженных проводников в среде, пондеромоторные силы. Поляризация полярных и неполярных диэлектриков. Сегнетоэлектрики.
28. Магнитостатика, магнитное поле стационарных токов. Электромагнитные волны в среде.
29. Диэлектрическая проницаемость вещества при различных частотах. Излучение Вавилова-Черенкова.
30. Основные законы распространения, отражения и преломления света. Световое давление. Поляризация света. Особенности распространения света в кристаллах. Естественная ширина линии излучения.
31. Интерференция света. Пространственная и временная когерентность. Интерференционные приборы.
32. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Интеграл Кирхгофа. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Понятие о голографии. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах. Структурный анализ.
33. Геометрическая оптика. Элементы теории оптических инструментов. Законы теплового излучения.
34. Корпускулярные свойства света. Фотоэффект и эффект Комптона. Рассеяние света. Люминесценция. Спонтанное и вынужденное излучение. Усиление света. Лазеры.
35. Элементы нелинейной оптики: основные нелинейные эффекты (детектирование, умножение, гармоники, самофокусировка, многофотонное поглощение, параметрические процессы).
36. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов и нейтронов. Волновая функция и её вероятностная интерпретация. Уравнение Шредингера. Динамические переменные как операторы (операторы координаты, импульса, момента, энергии). Некоммутирующие операторы и соотношение неопределенностей.
37. Элементы теории представлений. Координатное и импульсное представления. Изменение физических величин со временем.
38. Гармонический осциллятор. Движение в центральном поле, атом водорода. Стационарная и нестационарная теория возмущений. Полуклассическая теория взаимодействия с изучением. Коэффициенты Эйнштейна. Правила отбора.
39. Элементы квантовой теории рассеяния. Броуновское приближение. Уравнение Дирака.
40. Собственные механический и магнитный моменты электрона. Уравнение Паули. Сложение спинового и орбитального моментов. Тонкая структура атомных спектров. Понятие о квантовании электромагнитного поля. Лэмбовский сдвиг уровней.
41. Квантовая механика многих частиц. Принцип неразличимости частиц. Принцип Паули и строение атомов.

42. Вращательные, колебательные и электронные спектры молекул. Рентгеновские спектры. Сверхпроводимость и её квантовая природа.
43. Ядро как система протонов и нейтронов. Масса, заряд, спин, момент ядра. Энергия связи ядра. Размеры ядер. Четность состояний ядра. Статистика.
44. Ядерные силы. Энергия взаимодействия нуклонов и радиус действия ядерных сил. Зарядовая независимость. Зависимость ядерных сил от спина. Обменный характер ядерных сил. Эффект Мессбауэра. Ядерные реакции. Эффект сечения реакции. Модель составного ядра Бора. Резонансные реакции. Прямые реакции. Реакции при высоких энергиях. Модели ядер. Оболочечная модель ядер. Коллективные движения в ядрах. Обобщённая модель ядра.
45. Деление ядер. Механизм деления. Замедление нейтронов. Цепная реакция. Коэффициент размножения. Ядерные реакторы гомогенные и гетерогенные. Реакторы на быстрых нейтронах.
46. Термоядерные реакции. Реакции в звездах. Водородный и углеродородный циклы. Работы по управляемому термоядерному синтезу.
47. Элементарные частицы. Систематика частиц. Характеристики фундаментальных взаимодействий частиц и античастиц. Законы сохранения в физике элементарных частиц. Гипотеза кварков.
48. Кристаллографические и аморфные тела. трансляционная симметрия. элементарная ячейка. решетка Браве. точечные и пространственные группы. особенности распространения волн в периодических структурах. закон Брэгга. обратная решетка. зоны Бриллюэна.
49. Дефекты в кристаллах. точечные дефекты, их образование и диффузия. вакансии. атомы внедрения. комбинации атомных дефектов. краевые и винтовые дислокации. вектор Бюргера. энергия дислокаций. движение дислокаций. Переползание и скольжение. размножение дислокаций. источник Франка-Рида. Влияние радиационных, механических, термических воздействий на реальную структуру твердых тел.
50. Описание энергетического состояния кристалла при помощи квазичастиц. примеры квазичастиц. фотоны, магноны, экситоны, плазмоны и др. электроны в металле как квазичастицы. квазиимпульс. закон дисперсии. теорема блоха. граничные условия. плотность состояний. статистика газа квазичастиц. бозоны и фермионы. взаимодействие квазичастиц.
51. Колебания решетки-фононы. акустическая и оптическая ветви колебаний. теплоемкость решетки. Дебаевская частота. Фактор Дебая-Уоллера в рассеянии рентгеновских лучей. Ангармонизм и тепловое расширение.
52. Электронные состояния в кристаллах. одноэлектронная модель. приближения сильной и слабой связи. зонная схема и типы твердых тел. вырожденный электронный газ. электронная теплоемкость, поверхности ферми. тензор эффективных масс. электроны и дырки. циклотронная масса. положение ферми-уровня в невырожденных полупроводниках.
53. Кинетическое уравнение. электро- и теплопроводность. времена релаксации. механизмы рассеяния электронов. рассеяние на примесях и дефектах. электрон-фононные столкновения. нормальные процессы и процессы переброса. Магнитосопротивление и эффекты Холла.
54. Металлы с большой длиной свободного пробега электронов. аномальный скин-эффект. циклотронный резонанс и размерные эффекты. проникновение электромагнитного поля в металл. геликоны. квантование орбит в магнитном поле. эффект де Гааза-ван Альфена.
55. Полупроводники. электронная структура типичных полупроводников. германий. Узкозонные полупроводники. примесные уровни. доноры и акцепторы. температурная зависимость проводимости. **p-n** переходы. фотопроводимость. рекомбинация и релаксация неравновесных носителей. горячие носители. эффект Ганна.
56. Тензор упругих постоянных и упругая деформация, пластичность кристаллов. предел текучести. упрочнение. внутреннее трение.
57. Механизмы поглощения фотонов. поглощение свободными носителями. решеточное поглощение. Многофононные процессы. комбинационное рассеяние света в кристаллах. поглощение связанными носителями. правила отбора. Междузонные прямые и косые переходы. экситоны. люминесценция. времена жизни возбуждений, флюоресценция. Безызлучательные переходы. квантовый выход люминесценции.
58. Диамагнетизм свободного электронного газа. спиновый парамагнетизм. закон кюри. ферромагнетизм. молекулярное поле Вейса. обменное взаимодействие. ферромагнитные домены. энергия анизотропии. доменная стенка. антиферромагнетики. ферриты.

59. Эффективное поле. электронная, ионная и бипольная ориентация. электрострикция и пьезоэлектричество. Пироэлектрики и сегнетоэлектрики. электрический гистерезис. сегнетоэлектрические домены. аномалии физических свойств сегнетоэлектриков в области фазовых переходов. молекулярные кристаллы.
60. Равновесие фаз. фазовые переходы  $i$  и  $ii$  рода. флуктуации. твердые растворы и промежуточные фазы. равновесие в многокомпонентных системах и правило фаз. диаграммы равновесия. кинетика фазовых превращений. диффузионные и бездиффузионные превращения.
61. Основные свойства сверхпроводников. эффект Мейснера. сверхпроводники I и II рода. вихри и вихревые структуры. основы микроскопической теории. Куперовские пары. энергетическая щель и квазичастицы в сверхпроводнике. Туннельный эффект. Эффекты Джозефсона.
62. Рентгенография: методы исследования идеальной и реальной структуры. электронография и электронная микроскопия. нейтронография: упругое и неупругое когерентное рассеяние, исследование магнитных структур и фононных спектров. эффект Мессбауэра. ЭПР, ЯМР. электрические и гальваномагнитные измерения как методы изучения электронной структуры кристаллов и состава примесей в полупроводниках. оптические методы исследования, возможности, связанные с использованием лазерных источников света.
63. Типы химической связи. структурные и физические особенности ионных, ковалентных, металлических и молекулярных кристаллов. Плотнейшие упаковки.

## **8. Порядок оценки уровня знаний соискателя ученой степени кандидата наук**

8.1. Оценка уровня знаний соискателя ученой степени кандидата наук определяется экзаменационными комиссиями по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

8.2. При оценке знаний и уровня подготовки соискателя ученой степени кандидата наук, определяется:

- уровень освоения материала, предусмотренного программой кандидатского экзамена;
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

8.3. Общими критериями, определяющими оценку уровня знаний соискателя ученой степени кандидата наук, являются:

– для оценки «отлично»: наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы;

– для оценки «хорошо»: наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала;

– для оценки «удовлетворительно»: наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике;

– для оценки «неудовлетворительно»: наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

## **9. Методические указания по подготовке к сдаче кандидатского экзамена**

При подготовке к кандидатскому экзамену рекомендуется:

Внимательно прочесть источники в списке рекомендуемой литературы и проанализировать информацию.

Сделать выписки (конспект) необходимой информации в соответствии с темами и экзаменационными вопросами.



Систематизировать и классифицировать полученные данные по тематическим разделам и экзаменационным вопросам.

Составить рабочие записи – ключевые опорные пункты в соответствии с логикой ответа на экзаменационные вопросы.

Подобрать необходимую иллюстративную информацию по содержанию ответа на экзаменационные вопросы.

В ходе подготовки к выполнению практического задания обучающийся анализирует результаты диссертационного исследования.

## 10. Перечень рекомендуемой литературы и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

### Основная литература:

1. М.Х. Харрасов, А.У. Абдуллин, И.Р. Кызыргулов, И.Ф. Шарафуллин., Введение в физику конденсированного состояния: учебное пособие. Изд. 2-е – Уфа: РИЦ БашГУ, 2015, 122 с.
2. Движение частиц в поле сферической симметрии: учеб. пособие / Р. М. Вахитов, А. Р. Юмагузин ; БашГУ .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2011 .— 77 с. — Библиогр.: с.76 .— ISBN 978-5-7477-2672-7.
3. Е.С. Боровик, В.В. Еременко, А.С. Мильнер. Лекции по магнетизму. М: Физматлит. 2005, 512 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2118](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2118)
4. Магнитоупругие солитоны в легкоплоскостном антиферромагнетике вблизи фазового перехода антиферромагнетизм-ферромагнетизм / А. Т. Харисов, М. А. Шамсутдинов, Р. Д. Сакаев // Физика металлов и металловедение. — 2004 .— Т. 97, N 2 .— С. 3-7 .— ISSN 0015-3230 .— Библиогр.: с. 7 (10 назв. ) .— <URL:<http://www.maik.ru>>.
5. Щелевые дискретные бризеры в двухкомпонентном трехмерном и двумерном кристаллах с межатомными потенциалами Морзе / С. В. Дмитриев [и др.] // Физика твердого тела. — 2010. — Т. 52, вып. 7.— С. 13981403 .— (Динамика решетки. Фазовые переходы). — ISSN 0367-3294 .— Библиогр.: с. 1403
6. Ольховский, И. И. Курс теоретической механики для физиков : учебное пособие для вузов / И. И. Ольховский. — Изд. 4-е, стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2009. — 574 с.

### Дополнительная литература:

1. Колебания, волны, структуры А.В. Баранов, В.Г. Маслов В.Г., А.О. Орлова , А.В. Федоров НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), Практическое использование наноструктур. 2014, 102 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=71551](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71551)
2. Хаос, солитоны, фракталы [Электронный ресурс] .— / Электрон. данные и прогр. — М.: НИЦ "РХД", 2003 .— 1 электрон. опт. диск [CD-ROM] .— (Электронная библиотека) .— Загл. с контейнера. — Систем. требования : Windows 95/98/ME/NT4/0/2000/XP.
3. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела [Электронный ресурс] / Ч. — Москва : Наука, 1978. — 788 с. :
4. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.1 Механика. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — М. : Физматлит, 2007. — 224 с.
5. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.6 Гидродинамика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2001. — 736 с.
6. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Т.7 Теория упругости. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — Электрон. дан. — М.: Физматлит, 2007. — 264 с.

**ФБГОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Научная специальность 1.3.3.«Теоретическая физика»

**БИЛЕТ №1**

1. Основы, теория измерений, общая теория рассеяния. Квантовая теория физических явлений в ядрах, атомах и молекулах.
2. Уравнение Максвелла для поля в среде. Материальные уравнение. Электромагнитные потенциалы в кусочно-однородной среде, граничные условия для поля.
3. Микроскопическое описание статистической системы. Смешанное состояние. Матрица плотности. Классическая система: фазовое пространство и уравнение Лиувилля. Каноническое распределение Гиббса. Сумма состояний и свободная энергия. Большое каноническое распределение Гиббса.
4. Дополнительный вопрос по теме диссертации

И.о. директора  
Физико-технического института

  
\_\_\_\_\_ -

Шарафуллин И.Ф.