
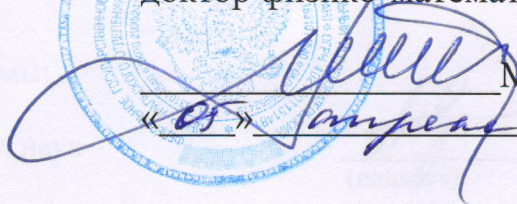


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
«УДМУРТСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР»  
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(УдмФИЦ УрО РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Директор УдмФИЦ УрО РАН,  
доктор физико-математических наук

  
  
М.Ю. Альес  
«05»    2018 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**«Физика конденсированного состояния»**

Направление подготовки  
*03.06.01 Физика и астрономия*

Направленность (профиль) подготовки  
*01.04.11. «Физика магнитных явлений»*

Квалификация (степень) выпускника  
*Исследователь. Преподаватель-исследователь*

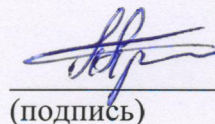
Форма обучения  
*очная*

**Ижевск**

Рабочая программа сформирована в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (Приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 № 867), Положением о научно-исследовательской практике обучающихся в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (далее УдмФИЦ УрО РАН), учебным планом подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре УдмФИЦ УрО РАН по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, направленность (профиль) подготовки 01.04.11 «Физика магнитных явлений».

Составители рабочей программы:

Гл. научный сотрудник, док. физ-мат. наук



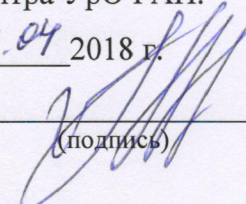
А.К. Аржников

(подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании Президиума Удмуртского федерального исследовательского центра УрО РАН.

Протокол № 7 от 03.04 2018 г.

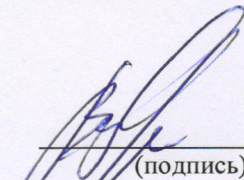
Главный ученый секретарь \_\_\_\_\_ Поздеев И.Л.



(подпись)

Согласовано:

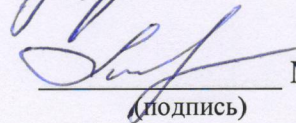
Первый заместитель директора  
по естественно - научному направлению, д.ф.-м.н.



В.Ю. Трубицын

(подпись)

Зав. аспирантурой, к.ф.-м.н.



М.Ю. Лебедева

(подпись)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** дисциплины является изучение современных теоретических представлений и экспериментальных методов исследований природы неорганических и органических веществ в твердом и жидком состояниях и изменения их физических свойств при различных внешних воздействиях.

### **Задачи:**

- Теоретическое и экспериментальное изучение физической природы свойств металлов и их сплавов, полупроводников и диэлектриков, неорганических и органических соединений. Влияние на их свойства температуры и давления.
- Теоретическое и экспериментальное изучение физических свойств неупорядоченных неорганических и органических систем, включая классические и квантовые жидкости, стекла различной природы и дисперсные системы.
- Прогнозирование изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий.
- Изучение физических основ экспериментальных методов физики конденсированного состояния.
- Подготовка аспирантов к применению полученных знаний в научных исследованиях.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП.

Учебная дисциплина «Физика конденсированного состояния» является основной дисциплиной вариативной части Блока 1 направления подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия», направленность 01.04.11 «Физика магнитных явлений», дополняет курс «Физика магнитных явлений». Дисциплина необходима при подготовке выпускной квалификационной работы аспиранта и подготовке к сдаче кандидатского экзамена.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой естественнонаучной подготовкой (общая физика, квантовая механика, высшая математика, информационные технологии). Дисциплина изучается на 2-3 курсе.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Процесс изучения дисциплины дисциплины «Физика магнитных явлений» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ООП по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия:

### **Общепрофессиональные компетенции**

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

### **Профессиональные компетенции:**

- способность проводить самостоятельные исследования в области физики магнитных явлений, владеть современными методами физического эксперимента, а также способностью анализировать экспериментальные данные (ПК-1);
- способность принимать участие в развитии методов и методических подходов в научных исследованиях в области физики конденсированного состояния (ПК-3).

В результате освоения дисциплины аспирант должен

### **Знать:**

- современные достижения, проблемы и методологию теоретических и экспериментальных работ в области научных интересов, З1(ОПК-1);

- фундаментальные законы физики твердого тела, кристаллические, тепловые и электрические свойства различных классов веществ, фазовые переходы при внешних воздействиях, методы их теоретического описания, З2(ПК-1);
- возможности и ограничения расчетно-теоретических и экспериментальных методов в области магнетизма и физики конденсированного состояния, З1(ПК-3).

**Уметь:**

- оценивать современное состояние исследований, анализировать известные результаты в области научных интересов, У1(ОПК-1);
- применять базовые знания и методы физики магнитных явлений и физики конденсированного состояния в научных исследованиях, У2(ПК-1);
- выбирать и применять адекватные расчетно-теоретические методы, представлять математическое описание явлений, У3(ПК-1);
- критически анализировать современные экспериментальные/ теоретические методы и методические подходы в научных исследованиях в области физики магнитных явлений, У1(ПК-3).

**Владеть:**

- научной терминологией, понятийным аппаратом, основами математического описания изучаемых явлений, В1(ПК-1);
- современным состоянием исследований, методами и подходами решения научных задач в области научных интересов, В1(ОПК-1);
- способностью самостоятельно с применением современных компьютерных технологий собирать, обрабатывать, анализировать, обобщать и систематизировать результаты исследований, В6(ОПК-1);
- теоретическими основами расчетных / экспериментальных методов и подходов физики магнитных явлений, В1(ПК-3).

.

.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетных единиц (ЗЕ), 216 академических часов.

Вид учебной работы	<i>Всего часов</i>
Общая трудоемкость дисциплины	216
Аудиторные занятия:	54
<i>В т. числе:</i>	
<i>лекции</i>	40
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	14
<i>семинарские занятия (СЗ)</i>	-
Самостоятельная работа и (или) другие виды самостоятельной работы	126
<i>Реферат</i>	18
Вид промежуточного контроля	Зачет
Зачет	18

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	<i>Общая трудоемкость в часах</i>	<i>Лекции</i>	<i>ПР</i>	<i>СР</i>
1	Электронные свойства твердых тел	46	10	2	34
2	Силы связи в твердых телах	18	2	0	16
3	Сверхпроводимость	16	4	2	10
4	Симметрия твердых тел	30	8	4	18
5	Дефекты в твердых телах	30	8	2	20
6	Колебания решетки	20	4	2	14
7	Тепловые свойства твердых тел	20	4	2	14
	Реферат	18			
	Зачет	18			
	Итого	144	40	14	126

##### 5.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Электронные свойства твердых тел	Классическая теория Друде. Электропроводность, теплопроводность, и термо-Э.Д.С. Трудности объяснения экспериментальных фактов на основе теории Друде. Основные приближения зонной теории. Теорема Блоха. Приближение почти свободных электронов. Брэгговское отражение электронов при движении по кристаллу. Приближение сильносвязанных электронов. Закон дисперсии. Тензор обратных эффективных масс. Металлы, диэлектрики, полупроводники и полуметаллы.
2	Силы связи в твердых телах	Электронная структура атомов. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, металлическая связь, водородная связь. Гибридизация атомных орбиталей в молекулах и кристаллах. Структура веществ с ковалентными связями.

3	Сверхпроводимость.	Сверхпроводимость. Теория БКШ сверхпроводимости. Фононный механизм спаривания. Сверхпроводники первого и второго рода. Влияние на сверхпроводимость магнитного поля. Метод вторичного квантования и преобразование Боголюбова - Де Жена в теории сверхпроводимости. Современное состояние экспериментальных и теоретических исследований сверхпроводимости.
4	Симметрия твердых тел	Трансляционная инвариантность. Элементы симметрии кристаллов. Элементы теории групп, точечные группы симметрии. Кристаллические классы (сингонии) Решетки кристаллов. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Решетка Браве. Открытые элементы симметрии. Пространственные группы симметрии. Структурные типы. Обозначение узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка. Ячейка Вигнера-Зейтца. Зона Бриллюэна.
5	Дефекты в твердых телах	Классификация дефектов кристаллической решетки. Точечные дефекты и их свойства. Диффузионный массоперенос. Процессы упорядочения в металлах и сплавах. Линейные дефекты кристаллической решетки и их свойства. Планарные дефекты кристаллической решетки. Наноструктурированные металлы и сплавы
6	Колебания решетки	Колебания линейных цепочек атомов. Акустические и оптические моды колебаний. Колебания атомов трехмерных решеток. Нормальные координаты. Квантовое описание решеточных колебаний. Фононы.
7	Тепловые свойства твердых тел	Приближение Эйнштейна. Модель Дебая. Решеточная теплоемкость. Экспериментальное определение фононных спектров. Ангармонизм и фонон-фононное взаимодействие. Тепловое расширение кристаллов. Колебания неидеальных кристаллов. Локальные и резонансные моды колебаний. Решеточная теплопроводность кристаллов.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Образовательные технологии

Обучение по дисциплине ведётся с применением как традиционных методов (лекции, практические занятия), так и с использованием инновационных подходов: активное участие аспирантов в научных семинарах подразделений УдмФИЦ УрО РАН по профилю подготовки, представление докладов на научной конференции молодых ученых и молодежных научных школах, подготовка научных статей, подготовка презентаций по литературе для дополнительного изучения.

Аудиторные занятия, целью которых является освоение теоретических основ дисциплины, проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного оборудования. Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Практические занятия (семинары) имеют своей целью освоение расчетно-теоретических методов, используемых при решении задач, развития навыков рационального выбора методов решения, подробное обсуждение отдельных тем дисциплины.

Самостоятельная работа аспирантов подразумевает углубленное освоение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий, подготовку к текущему, промежуточному и итоговому контролю успеваемости. В целях формирования способности к критическому анализу информации и поиску путей решения поставленных задач в дальнейшей профессиональной деятельности используется технология проблемного обучения, требующая значительных временных ресурсов, что предусмотрено структурой дисциплины, и предполагает самостоятельную проработку учебно-проблемных задач аспирантами, выполняемую с привлечением основной и дополнительной литературы; поиск необходимой научно-технической информации в открытых источниках, консультации с преподавателем.

Самостоятельная работа аспирантов осуществляется: в домашних условиях, в читальном зале библиотеки, на персональных рабочих местах аспирантов с доступом к ресурсам «Интернет», в научных подразделениях УдмФИЦ УрО РАН с доступом к лабораторному оборудованию и приборам.

## **6.2. Основные сведения об электронно-библиотечной системе**

Учебная, учебно-методическая и иные библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс, и гарантирует возможность качественного освоения аспирантом образовательной программы.

УдмФИЦ УрО РАН обеспечивает каждого аспиранта основной учебной и учебно-методической литературой, методическими пособиями, необходимыми для организации образовательного процесса по всем дисциплинам лицензируемых образовательных программ, в соответствии с требованиями к основной образовательной программе послевузовского профессионального образования и паспортом специальностей ВАК. Научно-техническая библиотека Центра удовлетворяет требованиям Примерного положения о формировании фондов библиотеки высшего учебного заведения, утвержденного приказом Минобрнауки России от 27.04.2000 № 1246.

Фонд научно-технической библиотеки насчитывает 56242 (11103) экземпляра книг и журналов. Ежегодно библиотека получает научные, научно-популярные и общественно-политические периодические издания. Формирование фонда библиотеки осуществляется в соответствии с профилем УдмФИЦ УрО РАН, образовательными программами аспирантуры, тематикой научных исследований РАН

## **6.3. Рекомендуемая основная литература:**

1. Найш В.Е. Структуры кристаллов: Научное издание, Екатеринбург, ИФМ УрО РАН, 1998, 66 с.
2. Найш В.Е. Дифракция на кристаллах: Научное издание, Екатеринбург, ИФМ УрО РАН, 1998, 76 с.
3. Найш В.Е. Теория симметрии кристаллов: Научное издание, Екатеринбург, ИФМ УрО РАН, 1998, 66 с.
4. Чупахин А.П. Общая химия. Химическая связь и строение вещества: Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2003. 168 с.
5. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела: в 2 т. М., 1979.-Т1.-399 с.; Т2-422 с.
6. Павлов П. В., Хохлов А. Ф. Физика твердого тела. М., Высшая школа, 1985 г.-384 с.
7. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М., 1978.-792 с.
8. Шмидт В. В. Введение в физику сверхпроводников. МЦНМО, 2000.-402 с.
9. Петров Ю. В. Основы физики конденсированного состояния. М., «Интеллект», 2013.-2016 с.
10. Плакида Н. М. Высокотемпературные сверхпроводники. М., 1996.-288 с.
11. Соколовская Е.М., Гузей Л.С. Металлохимия. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986.- 264 с.
12. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. М.: Металлургия, 1982, 632 с.

13. Уманский М.М., Золина З.К. Сборник задач по рентгеноструктурному анализу – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975, 232 с.
14. Новиков И.И. Дефекты кристаллического строения металлов. Изд. 2-е, М.: Машиностроение, 1983. 287 с.
15. Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. М.: Metallurgy, 1990. 336 с.
16. Келли А. Гровс Г. Кристаллография и дефекты в кристаллах. - М.: Мир, 1974. - 496 с.

#### **6.4. Дополнительная литература:**

1. Пирсон У. Кристаллохимия и физика металлов и сплавов. Часть 1. М: Мир, 1977, 419 с.
2. Шаскольская М.П. Кристаллография. - М.: Высшая школа, 1984. 376 с.
3. Уманский Я.С., Скаков Ю.А. Физика металлов. Атомное строение металлов и сплавов. М.: Атомиздат, 1978.-351 с.
4. Лифшиц Б.Г. Металлография. М.: Metallurgy, 1971. 405 с.
5. Хирт Дж., Лоте И. Теория дислокаций. М.: Атомиздат, 1972. - 600 с.
6. Фридель Ж. Дислокации. М.: Мир. – 1967. – 644 с.
7. Смирнов А.А. Теория сплавов внедрения. М.: Наука, 1979. - 368 с.
8. Бокштейн Б.С., Ярославцев А.Б. Диффузия атомов и ионов в твердых телах. М.: МИСИС, 2005. 362 с.

#### **6.5. Основные Интернет-ресурсы:**

1. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>
2. Академия Google <https://scholar.google.ru/>
3. Сайт Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
4. Сайт ScienceDirect <http://www.sciencedirect.com/> (Журналы Elsevier. Полная коллекция – 1870 журналов за последние 5–8 лет на платформе ScienceDirect).

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

### **7.1. Текущий контроль**

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, осуществляемая не реже 2-х раз в семестр. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный опрос. Оценивание проводится преподавателем, ведущим дисциплину.

Текущая самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений аспиранта.

### **7.2. Промежуточный контроль**

Промежуточный контроль осуществляется в соответствии с учебным планом. Оценка успеваемости аспиранта производится преподавателем, ведущим дисциплину на основе результатов текущего контроля.

По завершению второго года обучения аспирант на семинаре профильного подразделения УдмФИЦ УрО РАН представляет реферат по учебному материалу пройденных тем. Темы рефератов согласуются с ведущим преподавателем и руководителем аспиранта. Реферат сдается преподавателю согласно графику учебного процесса. Реферат представляется на бумажном носителе. Защита реферата сопровождается компьютерной презентацией, отражающей его содержание.

### **7.3. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация завершает изучение дисциплины «Физика конденсированного состояния». Форма аттестации – зачет в письменной или устной форме. На зачете аспирант



должен продемонстрировать высокий научный уровень и научные знания по дисциплине «Физика конденсированного состояния».

### **Примерные темы рефератов по дисциплине «Физика конденсированного состояния»**

1. Типы сил связи в конденсированном состоянии.
2. Элементы симметрии кристаллов.
3. Ангармонизм и фонон-фононное взаимодействие в металлах.
4. Использование моделей Эйнштейна и Дебая в реальных материалах.
5. Баллистическая электропроводность.
6. Классификация дефектов кристаллической решетки.
7. Сверхпроводимость.

### **Вопросы для зачета**

1. Электронная структура атомов. Химическая связь и валентность.
2. Типы сил связи в конденсированном состоянии: ван-дер-ваальсова связь, ионная связь, ковалентная связь, металлическая связь.
3. Химическая связь и ближний порядок. Структура вещества с ненаправленным взаимодействием. Примеры кристаллических структур, отвечающих плотным упаковкам шаров: простая кубическая, ОЦК, ГЦК, ГПУ, структура типа CsCl, типа NaCl, структура типа перовскита CaTiO<sub>3</sub>.
4. Основные свойства ковалентной связи. Структура веществ с ковалентными связями. Структура веществ типа селена. Гибридизация атомных орбиталей в молекулах и кристаллах. Структура типа алмаза и графита.
5. Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера - Зейтца. Решетка Браве.
6. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна.
7. Элементы симметрии кристаллов: повороты, отражения, инверсия, инверсионные повороты, трансляции. Возможные порядки поворотных осей в кристалле.
8. Операции (преобразования) симметрии. Элементы теории групп, группы симметрии.
9. Точечные группы (кристаллические классы). Классификация решеток Браве.
10. Пространственные группы симметрии.
11. Классификация дефектов кристаллической решетки
12. Точечные дефекты и их свойства
13. Диффузионный массоперенос
14. Процессы упорядочения в металлах и сплавах.
15. Линейные дефекты кристаллической решетки и их свойства.
16. Механизмы пластической деформации металлов и сплавов.
17. Планарные дефекты кристаллической решетки.
18. Наноструктурированные металлы и сплавы.
19. Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов.
20. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания.
21. Квантование колебаний. Фононы.
22. Электрон-фононное взаимодействие.
23. Теплоемкость твердых тел. Решеточная теплоемкость. Электронная теплоемкость. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости.
24. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории.

25. Квантовая теория теплоемкости по Эйнштейну и Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая.
26. Тепловое расширение твердых тел. Его физическое происхождение. Ангармонические колебания.
27. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана - Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности.
28. Электронные свойства твердых тел: основные экспериментальные факты. Проводимость, термо-ЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение. Трудности объяснения этих фактов на основе классической теории Друде.
29. Основные приближения зонной теории. Граничные условия Борна -Кармана. Теорема Блоха. Блоховские функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Энергетические зоны.
30. Брэгговское отражение электронов при движении по кристаллу. Полосатый спектр энергии.
31. Приближение сильносвязанных электронов. Связь ширины разрешенной зоны с перекрытием волновых функций атомов. Закон дисперсии. Тензор обратных эффективных масс.
32. Приближение почти свободных электронов. Брэгговские отражения электронов.
33. Заполнение энергетических зон электронами. Поверхность Ферми. Плотность состояний. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Полуметаллы.
34. Спиновые волны, магноны. Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.
35. Сверхпроводимость. Критическая температура. Высокотемпературные сверхпроводники. Эффект Мейснера. Критическое поле и критический ток.
36. Сверхпроводники первого и второго рода. Их магнитные свойства. Вихри Абрикосова. Глубина проникновения магнитного поля в образец.
37. Эффект Джозефсона. Куперовское спаривание. Длина когерентности. Энергетическая щель.

#### **7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

##### **Критерии оценки реферата**

Оценка «зачтено» ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе;
- умении оперировать специальными терминами;
- использовании в ответе дополнительного материала;
- иллюстрировании теоретических положений практическим материалом.

Также оценка «зачтено» ставится при:

- в целом правильном и полном ответе с негрубыми ошибками или неточностями;
- умении оперировать специальными терминами;
- небольших затруднениях в использовании практического материала;
- не вполне законченных выводах или обобщениях, не носящих принципиального характера, когда установлено, что аспирант обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя.

Оценка «незачтено» ставится при:

- схематичном неполном ответе;
- наличии одной грубой ошибки;
- неумении оперировать специальными терминами или их незнании;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

Оценка «незачтено» также ставится при:

- отсутствии текста реферата на бумажном носителе и компьютерной презентации, отражающей содержание реферата;

- ответе на вопросы с грубыми ошибками;
- неумении оперировать специальными терминами и их незнании;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

### **Критерии оценки знаний на зачете**

Оценка «отлично» на зачете ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе;
- умении оперировать специальными терминами;
- использовании в ответе дополнительного материала;
- иллюстрировании теоретических положений практическим материалом.

Оценка «хорошо» на зачете ставится при:

- в целом правильном и полном ответе с негрубыми ошибками или неточностями;
- умении оперировать специальными терминами;
- небольших затруднениях в использовании практического материала;
- не вполне законченных выводах или обобщениях.

Оценка «удовлетворительно» на зачете ставится при:

- схематичном неполном ответе;
- наличии одной грубой ошибки;
- неумении оперировать специальными терминами или их незнании;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

Оценка «неудовлетворительно» на зачете ставится при:

- ответе на все вопросы билета и наводящие вопросы с грубыми ошибками;
- неумении оперировать специальными терминами и их незнании;
- неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Научные подразделения УдмФИЦ УрО РАН располагают материально-технической базой, соответствующей действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренных учебным планом аспиранта, а также эффективное выполнение диссертационной работы:

1. Компьютеры с пакетами прикладных программ, выходом в Интернет и в локальную сеть Института, а также принтеры, сканеры и ксероксы;
2. Приборное обеспечение и установки лабораторий, а также Центра коллективного пользования УдмФИЦ УрО РАН;
3. Доступ к библиотечному фонду УдмФИЦ УрО РАН, который укомплектован изданиями научной, учебной и иной литературы, включая периодические издания; к электронно-информационным ресурсам Центральной научной библиотеки УрО РАН и иным ресурсам научной литературы через Интернет.
4. Поддерживается официальный сайт Центра <http://udman.ru>, электронная почта.
5. Имеются учебные аудитории для проведения лекционных занятий, мультимедийное оборудование, программное обеспечение для компьютерных презентаций, обеспечен доступ аспирантов к компьютеру с выходом в Интернет.