

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы физики
и исследований им. Ландау
А.В. Рогачев**

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Физика новых сверхпроводников и функциональных квантовых материалов
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра физики и технологии наноструктур
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составили:

А.Д. Заикин, ассистент

А.Г. Семенов, канд. физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры физики и технологии наноструктур 24.05.2022

Аннотация

Данный курс направлен на изучение фундаментальных знаний в области физических эффектов, наблюдающихся в современных квантовых материалах.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Освоение студентами фундаментальных знаний в области физических эффектов, наблюдающихся в современных квантовых материалах.

Задачи дисциплины

- Формирование базовых знаний в области квантовой физики нетривиальных систем как дисциплины, интегрирующей общефизическую и общетеоретическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- приобретение понимания ключевых физических экспериментов и теоретических результатов, лежащих в основе проявления топологических свойств в квантовых системах;
- формирование подходов к выполнению студентами исследований в области свойств современных топологически нетривиальных сверхпроводящих систем в рамках выпускных работ на степень магистра, формирование базовых знаний и умений для дальнейших исследований в рамках выпускных квалификационных работ.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.3 Способен представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные
	УК-4.4 Способен использовать современные средства информационно-коммуникационных технологий для академического и профессионального взаимодействия
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования

ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

1. Современные проблемы физики конденсированного состояния.
2. Новейшие открытия в физике, в т.ч. в квантовой физике твердого тела.
3. О взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.
4. Теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике конденсированного состояния.
5. Принципы симметрии и законы сохранения.
6. Основные принципы функционирования устройств наноэлектроники и спинтроники.
7. Научные задачи, над которыми работают в лабораториях - партнерах образовательной программы.
8. Технику безопасности и правила работы в низкотемпературных физических экспериментах и в экспериментах с сильными магнитными полями.

уметь:

1. Эффективно использовать на практике теоретические знания: понятия, результаты, гипотезы, законы;
2. Представить панораму универсальных методов и законов современной квантовой физики современных сверхпроводящих и топологически нетривиальных систем
3. Абстрагироваться от несущественных факторов при моделировании реальных физических процессов и явлений;
4. Делать численные оценки масштаба ожидаемых эффектов;
5. Планировать оптимальное проведение экспериментов для решения поставленных задач.

владеть:

1. Теоретическими основами экспериментальных методов проведения измерений в области квантовой физики современных сверхпроводящих и топологически нетривиальных систем с использованием транспортных, туннельных, термодинамических и резонансных методов.
2. Информацией о современном состоянии исследований в области квантовой физики твердого тела.
3. Теоретическими моделями фундаментальных процессов и явлений в физике конденсированного состояния.
4. Методами анализа и обработки экспериментальных данных.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Традиционная сверхпроводимость	2			1

2	Аномальная сверхпроводимость в новых сверхпроводящих системах	2			1
3	Коновская особенность и фриделевские осцилляции	2			1
4	Базовые модели в теории сильно-коррелированных ферми-систем	2			1
5	Сверхпроводимость в координатном и импульсном пространстве	2			1
6	Квантовые кристаллы	2			1
7	Разделение спина и заряда в одномерных и лестничных системах	2			1
8	Спиновые поляроны и ферроны Нагаева, Мотта, Касуи	2			1
9	Наносверхпроводимость I	2			1
10	Наносверхпроводимость II	4			2
11	Роль флуктуаций в низкоразмерных сверхпроводниках	4			2
12	Флуктуации вблизи T_c	4			2
Итого часов		30			15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. Традиционная сверхпроводимость

Теория БКШ слабой связи.

Электрон-фононное и электрон-электронное взаимодействие. Толмачёвский логарифм. Теория сильной связи.

2. Аномальная сверхпроводимость в новых сверхпроводящих системах

Различные типы параметра порядка и сверхпроводящего спаривания. S-спаривание в традиционных сверхпроводниках, p-спаривание в сверхтекучих A и B фазах He-3 и тяжёло-фермионных соединениях UBe-13, d-спаривание в сверхпроводящих ВТСП-купратах, f-спаривание в идеализированном графене. Бипротонное и бинейтронное спаривание в нейтронных звёздах. Электронная теплоёмкость при низких температурах и нули сверхпроводящей щели.

3. Коновская особенность и фриделевские осцилляции

Механизм Кона-Латтинжера в сверхпроводящих системах малой плотности с отталкиванием. Фермионная сверхтекучесть в разбалансированных квантовых ферми-газах и спин-поляризованных растворах He-3 в He-4. Резкое повышение критической температуры p-спаривания в магнитном поле и в двухзонной ситуации.

4. Базовые модели в теории сильно-коррелированных ферми-систем

Модели с отталкиванием на узле. Модели с ван-дер-ваальсовским взаимодействием. Сверхпроводимость в модели Хаббарда с отталкиванием и в t-J модели. Кондо-синглеты и синглеты Занга-Райса. Обменный (спиновый) механизм сверхпроводимости.

5. Сверхпроводимость в координатном и импульсном пространстве

Протяжённые и локальные пары. Бозе-эйнштейновская конденсация локальных пар. Модель Хаббарда с притяжением. BCS-BEC кроссовер между протяжёнными и локальными парами в квантовых газах и высокотемпературных сверхпроводниках. Теория Ферми-бозе смеси для описания сверхпроводящих оксидов висмута и гидридов металлов (H_2S , H_3S , LaH_{10}) под высоким давлением. Рекордно-высокие критические температуры.

6. Квантовые кристаллы

Параметры квантовости Де Бура и квантового плавления Линдемана. Металлический водород. Планарные и нитевидные фазы. Аналогии с вихревыми и слоистыми структурами. Смесь бозе-конденсатов локальных и протяжённых пар. Возможная сверхпроводимость в режиме BCS-BEC кроссовера и расслоение на фазы в графене.

7. Разделение спина и заряда в одномерных и лестничных системах

Спиноны и холоны. Конфайнмент спина и заряда в двумерных и трёхмерных системах. Магнитная струна Булаевского, Нагаева, Хомского, Бринкмана, Райса при движении дырки по антиферромагнитному фону локальных спинов. Спаривание двух струн в высокотемпературных сверхпроводниках.

8. Спиновые поляроны и ферроны Нагаева, Мотта, Касуи

Явление колоссального отрицательного магнетосопротивления. Физические свойства и нано-размерное расслоение на фазы в манганитах и других магнитных оксидах. Туннельный транспорт в манганитах в режиме кулоновской блокады. Физика страйпов в ВТСП системах.

9. Наносверхпроводимость I

Макроскопические квантовые явления в джозефсоновских структурах сверхмалых размеров.

Обсуждается общая картина макроскопического квантово-когерентного поведения сверхпроводящих наноконтактов. Дается представление о макроскопическом квантовом туннелировании, макроскопической квантовой когерентности, а также зарядовых эффектах в джозефсоновских слабых связях. Вводится понятие сверхпроводящего кубита.

10. Наносверхпроводимость II

Сверхпроводящий эффект четности.

Дается общая картина влияния четности числа электронов на сверхпроводящие свойства металлических наногранул и наноколец.

Обсуждаются критерии существования сверхпроводящего состояния в системах сверхмалых размеров.

11. Роль флуктуаций в низкоразмерных сверхпроводниках

Гладкие флуктуации модуля и фазы параметра порядка. Топологические флуктуации и проскальзывания фазы. Влияние флуктуаций на наблюдаемые величины.

12. Флуктуации вблизи T_c

Сопротивление и дробовой шум за счет проскальзываний фазы. Теоретические оценки наблюдаемых эффектов.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Компьютер, проектор, доска.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Теоретическая физика [Текст] : в 10 т. Т. 9, Ч. 2 : Статистическая физика. Теория конденсированного состояния : учеб. пособие для вузов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц .— М. : Физматлит, 2000-2005 .— 496 с.
2. Теоретическая физика [Текст] : в 10 т. Т. 3 : Квантовая механика. Нерелятивистская теория : учеб. пособие для вузов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского .— 5-е изд., стереотип. — М. : Физматлит, 2004, 2002 .— 808 с.
3. Введение в физику твердого тела [Текст] : учебник для вузов / Ч. Киттель ; пер. под ред. А. А. Гусева .— 2-е изд., стереотип. / перепеч. с изд. 1978 г. — М. : Медиа Стар, 2006 .— 792 с.
4. Статистическая механика [Текст] = Statistical m / Р. Фейнман ; пер. с англ. Н. М. Плакиды, Ю. Г. Рудого ; под ред. Д. Н. Зубарева - Волгоград ПЛАТОН, 2000

Фонд базовой кафедры:

1. М.Ю Каган, А.В. Ожаровский, Введение в теорию высокотемпературных сверхпроводников, М. : МИФИ, 1999
2. M.Yu.Kagan, Modern Trends in superconductivity and superfluidity, Lecture notes in physics, v. 874, Springer, Dordrecht, 2013
3. М.Ю. Каган, Физика макроскопических квантовых систем, Курс лекций и семинаров, Москва, Издательский дом МЭИ, 2014
4. Й. Имри, Введение в мезоскопическую физику, М.: Физматлит, 2002
5. Arutyunov, K. Y., Golubev, D. S., and Zaikin, A. D. Superconductivity in one dimension. Physics Reports-Review Section of Physics Letters 464, 1-2 (2008), 1–70.
6. Halperin, B. I., Refael, G., Demler, E. Resistance in superconductors, chapter in “BCS: 50 years” ed. by L.N. Cooper and D. Feldman, World Scientific (2011).
7. A.D. Zaikin and D.S. Golubev, Dissipative Quantum Mechanics of Nanostructures: Electron Transport, Fluctuations and Interactions (Jenny Stanford, Singapore, 2019).

Дополнительная литература

1. Физика твердого тела [Текст] : в 2 т. Т. 1 / Н. Ашкрофт, Н. Мермин ; пер. с англ. А. С. Михайлова ; под ред. М. И. Каганова .— М. : Мир, 1979 .— 399 с.
 2. Физика твердого тела [Текст] : в 2 т. Т. 2 : [учеб. пособие для вузов] / Н. Ашкрофт, Н. Мермин ; пер. с англ. К. И. Кугеля, А. С. Михайлова ; под ред. М. И. Каганова .— М. : Мир, 1979 .— 424 с.
 3. Основы теории металлов [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / А. А. Абрикосов .— 2-е изд., доп. и испр. — М. : Физматлит, 2009, 2010 .— 600 с.
 4. Методы квантовой теории поля в статистической физике [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / А. А. Абрикосов, Л. П. Горьков, И. Е. Дзялошинский .— М. : Добросвет : КДУ, 2006 .— 512 с.
 5. Квантовая механика и интегралы по траекториям [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Р. Фейнман, А. Хибс ; пер. с англ. Э. М. Барлита, Ю. Л. Обухова ; под ред. В. С. Барашенкова .— М. : Мир, 1968 .— 382 с.
 6. Магнетизм коллективизированных электронов [Текст]/Ю. А. Изюмов, М. И. Кацнельсон, Ю. Н. Скрябин, -М., Физматлит, 1994
 7. Квантовая теория поля в физике конденсированного состояния [Текст]/А. М. Цвелик , -М., Физматлит, 2004
- Фонд базовой кафедры:
8. P.Fulde, Electron correlations in molecules and solids, Springer-Verlag, Second edition, 1993
 9. P.W. Anderson, The theory of superconductivity in the high-T-c cuprate superconductors, Princeton University Press, 1997

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Электронные ресурсы, включая доступ к базам данных WOS, SCOPUS, E-library.

База данных ArXive: <http://xxx.lanl.gov/archive/cond-mat>, доступные через Internet научные и научно-технические журналы: <http://scitation.aip.org/>, <http://www.sciencemag.org/>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Не предусмотрено.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Прикладные математика и физика
профиль подготовки: Общая и прикладная физика
Физтех-школа физики и исследований им. Ландау
кафедра физики и технологии наноструктур
курс: 1
квалификация: магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

А.Д. Заикин, ассистент

А.Г. Семенов, канд. физ.-мат. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.3 Способен представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные
	УК-4.4 Способен использовать современные средства информационно-коммуникационных технологий для академического и профессионального взаимодействия
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Физика новых сверхпроводников и функциональных квантовых материалов» обучающийся должен:

знать:

1. Современные проблемы физики конденсированного состояния.
2. Новейшие открытия в физике, в т.ч. в квантовой физике твердого тела.
3. О взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук.
4. Теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике конденсированного состояния.
5. Принципы симметрии и законы сохранения.
6. Основные принципы функционирования устройств наноэлектроники и спинтроники.
7. Научные задачи, над которыми работают в лабораториях - партнерах образовательной программы.
8. Технику безопасности и правила работы в низкотемпературных физических экспериментах и в экспериментах с сильными магнитными полями.

уметь:

1. Эффективно использовать на практике теоретические знания: понятия, результаты, гипотезы, законы;
2. Представить панораму универсальных методов и законов современной квантовой физики современных сверхпроводящих и топологически нетривиальных систем
3. Абстрагироваться от несущественных факторов при моделировании реальных физических процессов и явлений;
4. Делать численные оценки масштаба ожидаемых эффектов;
5. Планировать оптимальное проведение экспериментов для решения поставленных задач.

владеть:

1. Теоретическими основами экспериментальных методов проведения измерений в области квантовой физики современных сверхпроводящих и топологически нетривиальных систем с использованием транспортных, туннельных, термодинамических и резонансных методов.
2. Информацией о современном состоянии исследований в области квантовой физики твердого тела.
3. Теоретическими моделями фундаментальных процессов и явлений в физике конденсированного состояния.
4. Методами анализа и обработки экспериментальных данных.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлого занятия.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Перечень контрольных вопросов:

1. Что такое макроскопическое квантовое туннелирование?
2. Описать принцип работы сверхпроводящего кубита.
3. Что такое сверхпроводящий эффект четности?
4. Как влияет эффект четности на незатухающие токи в сверхпроводящих нанокольцах?
5. Коновская особенность и фриделевские осцилляции.
6. Механизм Кона-Латтинжера в сверхпроводящих системах малой плотности с отталкиванием.
7. Модели с ван-дер-ваальсовским взаимодействием.
8. Сверхпроводимость в модели Хаббарда с отталкиванием и в t - J модели.
9. Модель Хаббарда с притяжением. BCS-BEC кроссовер между протяжёнными и локальными парами в квантовых газах и высокотемпературных сверхпроводниках.
10. Рекордно-высокие критические температуры.
11. Металлический водород. Планарные и нитевидные фазы.
12. Возможная сверхпроводимость в режиме BCS-BEC кроссовера и расслоение на фазы в графене.
13. Конфайнмент спина и заряда в двумерных и трёхмерных системах.
14. Магнитная струна Булаевского, Нагаева, Хомского, Бринкмана, Райса при движении дырки по антиферромагнитному фону локальных спинов.
15. Спиновые поляроны и ферроны Нагаева, Мотта, Касуи.
16. Явление колоссального отрицательного магнетосопротивления.

17. Туннельный транспорт в манганитах в режиме кулоновской блокады.
18. Физика страйпов в ВТСП системах.
19. Роль флуктуаций в низкоразмерных сверхпроводниках.

Пример билета.

Билета 1.

1. Описать принцип работы сверхпроводящего кубита.
2. Физика страйпов в ВТСП системах.

Критерии оценивания

Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Прием дифференцированного зачета проводится по билетам. В каждом билете представлено два вопроса. Обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося не должен превышать одного астрономического часа.