

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



**«УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по учебной работе  
и экономическому развитию**

\_\_\_\_\_ **Д.А. Зубцов**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**по дисциплине:** Экспериментальные методы исследования наноструктур  
**по направлению:** Прикладные математика и физика (магистратура)  
**профиль подготовки:** Химическая физика  
Факультет молекулярной и химической физики  
кафедра физики и химии наноструктур  
**курс:** 1  
**квалификация:** магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

1(Осенний) - Дифференцированный зачет  
2(Весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 0 час.  
практические и семинарские занятия: 60 час.  
лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

**Программу составил:** В.Н. Денисов, канд. физ.-мат. наук

**Программа обсуждена на заседании кафедры**

16 февраля 2016 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий кафедрой

В.Д. Бланк

Начальник учебного управления

И.Р. Гарайшина

Декан факультета

В.М. Некипелов

## 1. Цели и задачи

### Цель дисциплины

Цель курса – знакомство студентов с современными физическими методами исследования различных, как конструкционных, так и функциональных, нано- структурированных материалов.

### Задачи дисциплины

- формирование базовых знаний в области современных физических исследований нано-структурированных материалов как дисциплины, интегрирующей общезначительную и общетеоретическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов методиками исследования при решении конкретных экспериментальных задач при исследовании наноструктурированных материалов;
- формирование знаний для понимания сути явления и процессов, происходящих при исследовании тех или иных свойств наноструктурированных материалов на элементарном уровне.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Курс "Экспериментальные методы исследования наноструктур" является дисциплиной, формирующей у обучающегося профессиональные навыки и компетенции.

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

- знать фундаментальные законы молекулярной физики, термодинамики и оптики;
- знать основные понятия квантовой физики;
- знать фундаментальные понятия и законы общей, неорганической и органической химии;
- владеть номенклатурой органических и неорганических веществ;
- владеть порядком численных величин, характерных для различных разделов физики.

Данная дисциплина относится к вариативной части образовательной программы.

Дисциплина «Экспериментальные методы исследования наноструктур» базируется на дисциплинах:

- Общая и неорганическая химия;
- Дифференциальные уравнения;
- Общая физика: лабораторный практикум;
- Общая физика: термодинамика и молекулярная физика;
- Общая физика: оптика;
- Кратные интегралы и теория поля;
- Общая физика: механика;
- Общая физика: электричество и магнетизм;
- Общая физика: квантовая физика.

Дисциплина «Экспериментальные методы исследования наноструктур» предшествует изучению дисциплин:

Научно-исследовательская работа.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

способность самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств (ПК-1);  
 готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);  
 способность использовать на практике углубленные фундаментальные знания, полученные в области естественных и гуманитарных наук, и владением научным мировоззрением (ОПК-3);  
 способность выбирать цели своей деятельности и пути их достижения, прогнозировать последствия научной, производственной и социальной деятельности (ОПК-4).

## В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

### знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-химического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук;
- современные технологии создания наноструктурных материалов.

### уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций.

### владеть:

- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическим моделированием физических задач;
- методиками исследования наноструктурных материалов.

## 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	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу				
		Лекции	Практические и семинарские занятия	Лаборат. работы	Задания, курсовые работы	Самост. работа
1	Зондирующие и детектируемые объекты		12			
2	Материалы и их характеристика.		8			
3	Обработка информации; основные характеристики методик.		10			15
4	Методы исследования микро - и наноструктур.		10			

5	Методы исследования поверхности и границ раздела материалов.		10			
6	Химический состав материалов.		10			15
Итого часов			60			30
Подготовка к экзамену		0 час.				
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.				

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

##### Семестр: 1 (Осенний)

##### 1. Зондирующие и детектируемые объекты

Фотоны: от  $\gamma$  - излучения до радиоволн, сравнительная шкала электромагнитного излучения. Спектральный диапазон длин волн различных источников света. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом: поглощение, рассеяние, отражение, преломление, нелинейные эффекты. Классификация фотодетекторов и спектральный диапазон их применения.

Частицы: электроны, протоны, нейтроны, быстрые частицы. Взаимодействие электронов с веществом. Электрон-столкновительные (ионизация и возбуждение атомов) и радиационные (тормозное излучение) механизмы потери энергии электронов в веществе. Упругое и неупругое рассеяние электронов в веществе. Прохождение электронов через вещество. Процессы, возникающие при взаимодействии быстрых частиц с веществом.

##### 2. Материалы и их характеристика.

Схема характеристики материалов. Классификация материалов. Элементарные характеристики материалов: элементный состав, химические связи, структура. Типы кристаллических решеток. Дефекты кристаллической решетки. Масштабная сравнительная шкала материалов: макро-, микро- и наноструктуры. Свойства материалов. Способы получения материалов. Роль поверхности и границ раздела материалов. Методы характеристики материалов.

##### 3. Обработка информации; основные характеристики методик.

Информация, получаемая при изучении результатов взаимодействия зондирующих объектов с веществом. Сравнительная таблица аналитических методик исследования. Пределы детектирования. Точность методик. Пространственное разрешение методик, разрешение методик по глубине исследуемого материала. Деструктивное влияние зондирующего объекта на анализируемый материал: разогрев, ионизация, нарушение структуры, аморфизация. Разрушающие и неразрушающие методики. Абсолютные и относительные методы, калибровочные образцы.

##### Семестр: 2 (Весенний)

##### 4. Методы исследования микро - и наноструктур.

Методы дифракции и рассеяния. Основы кристаллической дифракции. Микроскопия и топография. Общие принципы: увеличение, разрешение, абберации. Оптическая микроскопия: интерференционная микроскопия, лазерная сканирующая конфокальная микроскопия (LSCM) и флуоресцентная микроскопия с полным внутренним отражением (TIRFM). Просвечивающая электронная микроскопия (ТЕМ): двух волновая дифракция, слабый пучок и высокое разрешение (HRTEM). Сканирующая просвечивающая электронная микроскопия (STEM): высокоугловая кольцевая темнопольная (HAADF-STEM). Сканирующая электронная микроскопия (SEM): вторичных электронов (SEM-SE), катодолуминесценция (SEM-CL), наведенный электронным пучком ток (SEM-EBIC), электронно-зондовый микроанализ (EPMA). Рентгеновская топография (XRT). Сканирующая зондовая микроскопия (SPM): сканирующая туннельная микроскопия (STM), атомно-силовая микроскопия (AFM). Сканирующая оптическая микроскопия ближнего поля (SNOM). Полевая ионная микроскопия (FIM). Сравнение различных микроскопических методик. Оптическая спектроскопия: инфракрасного поглощения, Рамановское рассеяние. Спектроскопия магнитных резонансов: ЯМР и ЭПР. Электронная спектроскопия: спектроскопия характеристических потерь энергии электронов (EELS), рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (XPS), Оже - спектроскопия (AES). Анализ кристаллических и аморфных структур. Анализ дефектов решетки и примесей. Анализ молекулярных структур. Анализ фазовых распределений, текстур и конечных структур.

## 5. Методы исследования поверхности и границ раздела материалов.

Основные методы анализа химического состава поверхности: Оже - спектроскопия, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, масс спектрометрия вторичных ионов (SIMS). Динамическая и статическая масс спектрометрия вторичных ионов. Времяпролетная масс спектрометрия вторичных ионов (TOF-SIMS). Поверхность и наноанализ. Сравнение методов для анализа поверхности материалов. Измерение профиля распределения элементов или примесей по глубине образца с помощью ионно-плазменного травления поверхности.

Анализ топографии поверхности. Зондовая профилометрия. Строение поверхности. Оптическая зондовая профилометрия. Интерференционная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующая электронная микроскопия (SEM).

## 6. Химический состав материалов.

Химический состав объема. Масс спектрометрия: индуктивно-связанной плазмы (ICP-MS), тлеющего разряда (GD-MS). Молекулярная спектроскопия: УФ/Видимая спектроскопия молекулярного поглощения, флуоресцентная/ фосфоресцентная спектроскопия, Рамановская спектроскопия, ИК спектроскопия. Количественная протонно-ядерная магниторезонансная спектроскопия (1H QNMR). Атомная спектроскопия: спектроскопия атомного поглощения (AAS), атомная эмиссионная спектроскопия индуктивно-связанной плазмы (ICP-AES), искровая оптическая эмиссионная спектрометрия (Spark OES), оптическая эмиссионная спектрометрия тлеющего разряда (GD OES). Рентгеновская флуоресценция (XRF). Ядерные аналитические методы: нейтронный активационный анализ (NAA), мгновенный гамма активационный анализ (PGAA), нейтронный профиль глубины (NDP), фотонный активационный анализ (PAA), анализ активации заряженными частицами (CPAA), рентгеновское излучение, наведенное частицами (PIXE). Хроматографические методы: газовая хроматография (GC), жидкостная хроматография (LC), жидкостная хроматография/масс спектрометрия (LC/MS).

Микроаналитическая химическая характеристика. Аналитическая электронная микроскопия: энерго-дисперсионная рентгеновская спектрометрия (XEDS), спектроскопия характеристических потерь энергии электронов (EELS). Электронно-зондовый рентгеновский микроанализ (EPMA): энерго-дисперсионная спектрометрия (EDS), спектрометрия с диспергированием по длинам волн (WDS). Сканирующая Оже - спектроскопия. Экологическая сканирующая электронная микроскопия (ESEM). ИК и Раман микроанализ.

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

Учебная аудитория, компьютеры и мультимедийное оборудование (проектор, звуковая система).

## **6. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### Основная литература

1. Horst Czichos, Tetsuya Saito, Leslie Smith (Eds.), Springer Handbook of Materials Measurement Methods, Springer Science Business Media, Inc., 2006.
2. Günter Gauglitz and Tuan Vo-Dinh (Eds.), Handbook of Spectroscopy, WILER-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2003.
3. Bharat Bhushan (Ed.), Springer Handbook of Nanotechnology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2004.
4. В.Е.А. Saleh, M.C. Teich, Fundamentals of Photonics, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2007.
5. C.N.R Rao, A. Muller, A.K. Cheetham (Eds.), Nanomaterials Chemistry, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co, KGaA, Weinheim, 2007.
6. C.Grupen and B.A. Shwartz, Particl Detectors, Second Edition, Cambridge University Press, The Edinburgh Building, Cambridge CB2 8RU, UK, 2008.

### Дополнительная литература

1. Новейшие датчики/ Джексон Р. Г., 2-е изд., доп., Москва: Техносфера, 2008. - 400с. ISBN 978-5-94836-168-0.
2. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность: Учебное пособие. 2-е изд., испр. / Лозовский В.Н., Константинова Г.С., Лозовский С. В., СПб.: Издательство «Лань», 2008. — 336 с: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). ISBN 0Т8-5-8114-0827-В.
3. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники/ Мартинес-Дуарт Дж.М., Мартин-Палма Р.Дж., Агулло-Руеда Ф., Москва: Техносфера, 2007. - 368с. ISBN 978-5-94836-126-0.
4. C.Grupen and B.A. Shwartz, Particl Detectors, Second Edition, Cambridge University Press, The Edinburgh Building, Cambridge CB2 8RU, UK, 2008.
5. Журналы по физике твердого тела (Физика твердого тела, Кристаллография, ЖТФ, Письма в ЖТФ, Physica Status Solidi b, Physical Review B и др.)

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

Доступные через Internet научные и научно-технические журналы, электронные конспекты лекций, учебные пособия и сборники задач, разработанные для данного курса.

Таблицы и материалы Evans Analytical Group (EAG) (<http://www.eaglabs.com>). Обеспечение самостоятельной работы - базы данных по журналам Physica Status Solidi b, Physical Review, J.Appl,Phys.

## **8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

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 и понятия 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 текущей и 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 преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

## **9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по итогам обучения**

Приложение

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**по направлению:** Прикладные математика и физика (магистратура)  
**профиль подготовки:** Химическая физика  
Факультет молекулярной и химической физики  
кафедра физики и химии наноструктур  
**курс:** 1  
**квалификация:** магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

1(Осенний) - Дифференцированный зачет  
2(Весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** В.Н. Денисов, канд. физ.-мат. наук



## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Освоение дисциплины направлено на формирование у обучающегося следующих общекультурных (ОК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

способность самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств (ПК-1);  
готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);  
способность использовать на практике углубленные фундаментальные знания, полученные в области естественных и гуманитарных наук, и владением научным мировоззрением (ОПК-3);  
способность выбирать цели своей деятельности и пути их достижения, прогнозировать последствия научной, производственной и социальной деятельности (ОПК-4).

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Экспериментальные методы исследования наноструктур» обучающийся должен:

### знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы физики, химии, математики;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания;
- постановку проблем физико-химического моделирования;
- о взаимосвязях и фундаментальном единстве естественных наук;
- современные технологии создания наноструктурных материалов.

### уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- работать на современном экспериментальном оборудовании;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций.

### владеть:

- планированием, постановкой и обработкой результатов физического эксперимента;
- научной картиной мира;
- навыками самостоятельной работы в лаборатории на современном экспериментальном оборудовании;
- математическим моделированием физических задач;
- методиками исследования наноструктурных материалов.

## 3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

- 1) Элементарные характеристики материалов: элементный состав, химические связи, структура.
- 2) Дефекты кристаллической структуры.
- 3) Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом.
- 4) Сравнительная таблица аналитических методик исследования.
- 5) Пределы детектирования. Разрешение методик по глубине исследуемого материала.

- 6) Оптическая спектроскопия.
- 7) Типы переходов, исследуемых методами оптической спектроскопии.
- 8) УФ, Видимое и ИК поглощение.
- 9) Закон Бира-Ламберта.
- 10) Спектры поглощения в твердом теле.
- 11) Комбинационное рассеяние света (КРС). Правила отбора. Способы повышения чувствительности КРС (Резонансное КРС, SERS, CARS).
- 12) Как определить размер кристаллитов в графите по спектрам КРС?
- 13) Проявление наноразмерности в оптической спектроскопии.
- 14) Фотолюминесценция: флуоресценция и фосфоресценция.
- 15) Правило зеркальной симметрии. Чувствительность метода.
- 16) Как отличить фотолюминесценцию от комбинационного рассеяния света?
- 17) Углеродные наноструктуры: фуллерены, нанотрубки и графены. Их спектральные характеристики.
- 18) Как по спектрам КР определить диаметр нанотрубок и отличить металлические нанотрубки от полупроводящих?
- 19) Нелинейная спектроскопия. Генерация второй гармоники.
- 20) Когерентное антистоксовское комбинационное рассеяние (CARS).
- 21) Гиперкомбинационное рассеяние (ГКР).
- 22) Отличие правил отбора КР и ГКР в centrosymmetric средах.
- 23) Проявление точечных и планарных дефектов в оптической спектроскопии.
- 24) Оптическая микроскопия. Общие принципы: увеличение, разрешение, абберации.
- 25) Методы оптической микроскопии: интерференционная, лазерная сканирующая конфокальная.
- 26) Поляризационная микроскопии.
- 27) Флуоресцентная микроскопия.
- 28) Сканирующая оптическая микроскопия ближнего поля (SNOM).
- 29) Просвечивающая электронная микроскопия (TEM): двух волновая дифракция, слабый пучок и высокое разрешение (HRTEM).
- 30) Сканирующая просвечивающая электронная микроскопия (STEM): высокоугловая кольцевая темнопольная (HAADF-STEM).
- 31) Сканирующая электронная микроскопия (SEM): вторичных электронов (SEM-SE), катодолуминесценция (SEM-CL), наведенный электронным пучком ток (SEM-EBIC).
- 32) Электронно-зондовый микроанализ (EPMA).
- 33) Сканирующая зондовая микроскопия (SPM): сканирующая туннельная микроскопия (STM).
- 34) Атомно-силовая микроскопия (AFM).
- 35) Рентгеновская флуоресценция (XRF).
- 36) Энерго-дисперсионная рентгеновская спектрометрия (EDS).
- 37) Спектрометрия с диспергированием по длинам волн (WDS).
- 38) Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов (EELS).
- 39) Атомная спектроскопия: спектроскопия атомного поглощения (AAS).
- 40) Атомная эмиссионная спектроскопия индуктивно-связанной плазмы (ICP-AES).
- 41) Искровая оптическая эмиссионная спектрометрия (Spark OES).
- 42) Оптическая эмиссионная спектрометрия тлеющего разряда (GD OES).
- 43) Масс спектрометрия: индуктивно-связанной плазмы (ICP-MS), тлеющего разряда (GD-MS), масс спектрометрия вторичных ионов (SIMS).
- 44) Искровая масс спектрометрия, SSMS (Spark Source Mass Spectrometry). Времяпролетная масс спектрометрия вторичных ионов (TOF-SIMS).
- 45) Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (XPS), Оже - спектроскопия (AES).
- 46) Спектроскопия магнитных резонансов: ЯМР и ЭПР.
- 47) Дифракция Рентгеновских Лучей (XRD).

- 48) Дифракция на монокристаллах (Single-crystal X-ray diffraction).
- 49) Дифракция на порошках (Powder diffraction).
- 50) Дифракция при скользющем падении (Grazing incidence XRD).
- 51) Дифракция высокого разрешения (High-resolution XRD).
- 52) Рентгеновский анализ полюсных фигур (X-ray pole-figure analysis).
- 53) Рентгеновский анализ кривой качания (X-ray rocking curve analysis).
- 54) Рентгеновская топография (XRT).
- 55) Проявление линейных и планарных дефектов в рентгеновской топографии.
- 56) Ориентация кристаллов методом рентгеновской топографии в белом излучении.
- 57) Анализ кристаллических и аморфных структур.
- 58) Анализ дефектов решетки и примесей.
- 59) Сравнение методов для анализа поверхности материалов.
- 60) Измерение профиля распределения элементов или примесей по глубине образца с помощью ионно-плазменного травления поверхности.

#### 4. 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 бала - 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 бала - 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 бала - 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 бал - 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 задач.

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

При проведении дифференциального зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном дифференцированном зачете не должен превышать одного астрономического часа.