

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

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
природоподобных, плазменных и  
ядерных технологий им. И.В.  
Курчатова**

**Т.Е. Григорьев**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

<b>по дисциплине:</b>	Физика плазмы
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Термоядерные и плазменные технологии Физтех-школа природоподобных, плазменных и ядерных технологий им. И.В. Курчатова кафедра физики и химии плазмы
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 1 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 2 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 150 всего, в том числе:

лекции: 90 час.

семинары: 60 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 135 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 315, всего зач. ед.: 7

Программу составил: П.В. Попов, канд. физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры физики и химии плазмы 30.04.2025

## Аннотация

Курс "Физика плазмы" предусматривает освоение студентами фундаментальных знаний в области физики плазмы, математических методов исследования плазменных процессов, происходящих в наиболее известных плазменных устройствах типа токамак, а также в природных условиях.

Задачи курса:

- формирование базовых знаний в области физики плазмы, освоение студентами теоретических методов анализа плазменных явлений, проявляющихся как в экспериментальных установках, так и в природе;
- развитие у студентов творческого подхода к выбору методов теоретического анализа различных плазменных явлений;
- подготовка студентов к работе на реальных экспериментальных установках по управляемому термоядерному синтезу (ТОКАМАК).

По результатам освоения курса студент должен:

Знать:

- историю становления направления развития теоретической физики – физики плазмы;
- основные теоретические модели описания плазмы;
- пределы применимости гидродинамического и кинетического описания процессов в плазме;
- представление о равновесии плазмы;
- распространение магнитогидродинамических волн в плазме;
- потенциальные волны в плазме;
- неустойчивости плазмы;
- затухание волн в плазме;
- перенос вещества и энергии в плазме;
- перспективы нагрева плазмы в ТОКАМАКЕ.

Уметь:

- быстро осваивать новые экспериментальные методы и теоретические модели в плазменных исследованиях;
- квалифицированно анализировать результаты экспериментальных и теоретических исследований;
- доводить до сведения научной общественности (выступление на семинарах, конференциях, публикации в научных журналах) результаты проведённой научной работы.

Владеть:

- навыками освоения большого объёма информации;
- навыками работы в коллективе лаборатории и самостоятельной работы;
- умением искать теоретические объяснения экспериментальным результатам и экспериментальные подтверждения теоретическим моделям

Основное содержание курса изложено в следующих разделах:

Темы и разделы:

1. Гидродинамическое описание плазмы
2. Движение заряженных частиц в магнитном поле
3. Двухжидкостная гидродинамика
4. Джоулева диссипация магнито – гидродинамических волн
5. Методы рассмотрения волновых процессов
6. Непотенциальные волны в плазме с магнитным полем (магнито-гидродинамические волны)
7. Потенциальные волны в плазме с электронными и ионными потоками
8. Потенциальные и непотенциальные волны в пространственно неоднородной плазме
9. Термодинамика плазмы
10. Трёхкомпонентная гидродинамика
11. Электростатические колебания в плазме
12. Затухание волн в плазме с магнитным полем (черенковское и циклотронное)

13. Кинетические неустойчивости
14. Колебания и волны в пылевой плазме
15. Механизм затухания Ландау ленгмюровских и ионно-звуковых волн
16. Моменты функции распределения. Получение уравнений гидродинамики из кинетического уравнения
17. Неустойчивость не полностью ионизованной плазмы (ионизационная, дрейфово-диссипативная неустойчивость звука, пучково-резистивная неустойчивость)
18. Неустойчивость плазмы
19. Неустойчивость токового шнура, границы «плазма-магнитное поле» (желобковая неустойчивость). Пучковые неустойчивости
20. Статический метод описания плазмы
21. Физические процессы в пылевой плазме
22. Явления переноса в плазме

## 1. Цели и задачи

### Цель дисциплины

- освоение студентами фундаментальных знаний в области физики плазмы, математических методов исследования плазменных процессов, происходящих в наиболее известных плазменных устройствах типа токамак, а также в природных условиях.

### Задачи дисциплины

- формирование базовых знаний в области физики плазмы, освоение студентами теоретических методов анализа плазменных явлений, проявляющихся как в экспериментальных установках, так и в природе;
- развитие у студентов творческого подхода к выбору методов теоретического анализа различных плазменных явлений;
- подготовка студентов к работе на реальных экспериментальных установках по управляемому термоядерному синтезу (ТОКАМАК).

## 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 Способен выявлять специфику философских и научных традиций основных мировых культур
	УК-5.2 Способен определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций
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-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты

ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- историю становления направления развития теоретической физики – физики плазмы;
- основные теоретические модели описания плазмы;
- пределы применимости гидродинамического и кинетического описания процессов в плазме;
- представление о равновесии плазмы;
- распространение магнитогидродинамических волн в плазме;
- потенциальные волны в плазме;
- неустойчивости плазмы;
- затухание волн в плазме;
- перенос вещества и энергии в плазме;
- перспективы нагрева плазмы в ТОКАМАКЕ.

уметь:

- быстро осваивать новые экспериментальные методы и теоретические модели в плазменных исследованиях;
- квалифицированно анализировать результаты экспериментальных и теоретических исследований;
- доводить до сведения научной общественности (выступление на семинарах, конференциях, публикации в научных журналах) результаты проведённой научной работы.

владеть:

- навыками освоения большого объёма информации;
- навыками работы в коллективе лаборатории и самостоятельной работы;
- умением искать теоретические объяснения экспериментальным результатам и экспериментальные подтверждения теоретическим моделям.

### 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	Гидродинамическое описание плазмы	3	4		9
2	Движение заряженных частиц в магнитном поле	4	4		9
3	Двухжидкостная гидродинамика	3	2		9
4	Диссипация	3	2		5
5	Методы рассмотрения волновых процессов	3	2		5
6	Непотенциальные волны в плазме с магнитным полем (магнито-гидродинамические волны)	6	2		4
7	Волны в плазме	3	2		5

8	Потенциальные и непотенциальные волны в пространственно неоднородной плазме	3	2		3
9	Термодинамика плазмы	6	4		5
10	Трехкомпонентная гидродинамика	3	2		3
11	Электростатические колебания в плазме	8	4		3
12	Затухание волн в плазме	3	2		9
13	Кинетические неустойчивости	2	2		9
14	Колебания волн	4	3		9
15	Механизм затухания Ландау ленгмюровских и ионно-звуковых волн	4	4		9
16	Моменты функции распределения. Получение уравнений гидродинамики из кинетического уравнения	4	2		9
17	Неустойчивость не полностью ионизованной плазмы	3	4		3
18	Неустойчивость плазмы	3	2		3
19	Неустойчивость токового шнура, границы «плазма-магнитное поле»	6	2		9
20	Статический метод описания плазмы	6	2		3
21	Физические процессы в пылевой плазме	4	3		3
22	Явления переноса в плазме	6	4		9
Итого часов		90	60		135
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		315 час., 7 зач.ед.			

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

##### Семестр: 1 (Осенний)

##### 1. Гидродинамическое описание плазмы

Гидродинамическое описание плазмы. Уравнения магнитной гидродинамики. Магнитная гидродинамика идеально проводящей жидкости. Свойство «вмороженности» магнитного поля в плазму. Скинирование высокочастотного поля.

##### 2. Движение заряженных частиц в магнитном поле

Движение заряженных частиц в магнитном поле. Дрейфы частиц (электрический, центробежный, в неоднородном магнитном поле, поляризационный). Адиабатические инварианты. Магнитная ловушка.

##### 3. Двухжидкостная гидродинамика

Двухжидкостная гидродинамика. Обобщенный закон Ома, анизотропия проводимости. Пределы применимости одножидкостной гидродинамики.

##### 4. Диссипация

Джоулева диссипация магнито – гидродинамических волн.

##### 5. Методы рассмотрения волновых процессов

Методы рассмотрения волновых процессов. Дисперсные уравнения.

#### 6. Непотенциальные волны в плазме с магнитным полем (магнито-гидродинамические волны)

Непотенциальные волны в плазме с магнитным полем (магнито-гидродинамические волны). Дисперсия магнито – гидродинамических волн. Коэффициенты преломления. Зависимость дисперсии от угла между волновым вектором и магнитным полем. Высокочастотные волны в магнитной плазме.

#### 7. Волны в плазме

Потенциальные волны в плазме с электронными и ионными потоками.

#### 8. Потенциальные и непотенциальные волны в пространственно неоднородной плазме

Потенциальные и непотенциальные волны в пространственно неоднородной плазме (дрейфовые, ионно-звуковые, альфвеновские).

#### 9. Термодинамика плазмы

Термодинамика плазмы. Температура тепловая и кулоновская энергия плазмы. Дебаевское экранирование. Кулоновская поправка к уравнению состояния идеального газа. Равновесная ионизация, формула Саха. Неидеальная плазма.

#### 10. Трехкомпонентная гидродинамика

Трехкомпонентная гидродинамика. Процессы переноса (проводимость, диффузия, амбиполярная диффузия).

#### 11. Электростатические колебания в плазме

Электростатические колебания в плазме: высокочастотные (электронные ленгмюровские), низкочастотные (ленгмюровские, ионно-звуковые). Дисперсия волн.

Семестр: 2 (Весенний)

#### 12. Затухание волн в плазме

Затухание волн в плазме с магнитным полем (черенковское и циклотронное).

#### 13. Кинетические неустойчивости

Кинетические неустойчивости (явления убегающих электронов, пучково-резистивная неустойчивость в бесстолкновительной плазме).

#### 14. Колебания волн

Колебания и волны в пылевой плазме.

#### 15. Механизм затухания Ландау ленгмюровских и ионно-звуковых волн

Механизм затухания Ландау ленгмюровских и ионно-звуковых волн. Условие слабого затухания.

#### 16. Моменты функции распределения. Получение уравнений гидродинамики из кинетического уравнения

Моменты функции распределения. Получение уравнений гидродинамики из кинетического уравнения. Уравнения переноса. Обобщение двухжидкостной гидродинамики для полностью ионизированной плазмы.

#### 17. Неустойчивость не полностью ионизированной плазмы

Неустойчивость не полностью ионизированной плазмы (ионизационная, дрейфово-диссипативная неустойчивость звука, пучково-резистивная неустойчивость).

#### 18. Неустойчивость плазмы

Устойчивость плазмы. Методы исследования (энергетический принцип, метод собственных колебаний). Классификация неустойчивостей (кинетические, гидродинамические, апериодические, колебательные, сносные).

#### 19. Неустойчивость токового шнура, границы «плазма-магнитное поле»

Неустойчивость токового шнура, границы «плазма-магнитное поле» (желобковая неустойчивость). Пучковые неустойчивости.

#### 20. Статический метод описания плазмы

Статический метод описания плазмы. Применимость кинетического уравнения для плазмы. Учет дальних и ближних взаимодействий. Кинетическое уравнение с самосогласованным полем. «Столкновительные» члены кинетического уравнения (в форме Больцмана, Ландау, Крука). Уравнение Фоккера – Планка.

#### 21. Физические процессы в пылевой плазме

Физические процессы в пылевой плазме. Электростатический потенциал вокруг пылевой частицы. Взаимодействие между пылевыми частицами.

#### 22. Явления переноса в плазме

Явления переноса в плазме (диффузия, термодиффузия, вязкость, теплопроводность, электропроводность, потоки тепла, обмен энергии между электронами и ионами). Качественные оценки коэффициентов переноса. Влияние магнитного поля на явления переноса.

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

учебная аудитория, персональные компьютеры с доступом в Интернет.

### 6. Перечень рекомендуемой литературы

#### Основная литература

Фонд литературы кафедры

1. Франк-Каменецкий Д. А. Лекции по физике плазмы. - Изд. дом Интеллект, 2008 г.
2. Лифшиц Е.М., Питаевский Л. П. Физическая кинетика. Теор. физика, Т. 10. - 2001
3. Фортов В.Е. и др. Пылевая плазма // УФН май 2004г. - т. 174, №5. - с. 495-544.
4. Игнатов А.М. Физические процессы в пылевой плазме // Физика плазмы 2005 г. т 31 №1. - с 52-63. Basics of Dusty Plasma A. M. Ignatov p.46 abstract.

#### Дополнительная литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. Теор. физика, Т.8. - 1982 г.
2. Кадомцев Б. Б. Коллективные явления в плазме. - Наука, 1976 г.

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

1. [http://www.maik.ru/contents/plasphys/plasphys\\_1\\_5v31cont.htm](http://www.maik.ru/contents/plasphys/plasphys_1_5v31cont.htm)
2. [http://mipt.ru/study/net\\_libr/](http://mipt.ru/study/net_libr/).

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

не предусмотрены.

**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 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 к преподавателю.

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



## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Термоядерные и плазменные технологии Физтех-школа природоподобных, плазменных и ядерных технологий им. И.В. Курчатова кафедра физики и химии плазмы
<b>курс:</b>	<u>1</u>
<b>квалификация:</b>	магистр
Семестры, формы промежуточной аттестации:	
1 (осенний) - Дифференцированный зачет	
2 (весенний) - Экзамен	
<b>Разработчик:</b>	П.В. Попов, канд. физ.-мат. наук

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 Способен выявлять специфику философских и научных традиций основных мировых культур
	УК-5.2 Способен определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций
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-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Физика плазмы» обучающийся должен:

### знать:

- историю становления направления развития теоретической физики – физики плазмы;
- основные теоретические модели описания плазмы;
- пределы применимости гидродинамического и кинетического описания процессов в плазме;
- представление о равновесии плазмы;
- распространение магнитогидродинамических волн в плазме;
- потенциальные волны в плазме;
- неустойчивости плазмы;
- затухание волн в плазме;
- перенос вещества и энергии в плазме;
- перспективы нагрева плазмы в ТОКАМАКЕ.

### уметь:

- быстро осваивать новые экспериментальные методы и теоретические модели в плазменных исследованиях;
- квалифицированно анализировать результаты экспериментальных и теоретических исследований;
- доводить до сведения научной общественности (выступление на семинарах, конференциях, публикации в научных журналах) результаты проведённой научной работы.

### владеть:

- навыками освоения большого объёма информации;
- навыками работы в коллективе лаборатории и самостоятельной работы;
- умением искать теоретические объяснения экспериментальным результатам и экспериментальные подтверждения теоретическим моделям.

## 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 прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

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

Вопросы к дифференцированному зачету в 9 семестре:

1. Термодинамика плазмы, Дебаевское экранирование, кулоновская поправка к уравнению состояния идеального газа, равновесная ионизация. Неидеальная плазма.
2. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Адиабатические инварианты.
3. Уравнения магнитной гидродинамики. «Вмороженность» магнитного поля в плазму, скинирование высокочастотного поля.
4. Двухжидкостная магнитная гидродинамика. Обобщённый закон Ома.
5. Трёхкомпонентная гидродинамика. Процессы переноса (проводимость, диффузия, амбиполярная диффузия).
6. Волновые процессы в плазме. Дисперсионные уравнения.
7. Электростатические колебания. Колебания в плазме с потоками электронов и ионов.
8. Магнито-гидродинамические (непотенциальные) волны.
9. Волны в пространственно неоднородной плазме.

Вопросы к экзамену в 10 семестре:

1. Классификация неустойчивостей плазмы. Методы исследования неустойчивостей.
2. Желобковая неустойчивость.
3. Пучковые неустойчивости.
4. Ионизационная неустойчивость.
5. Дрейфово-диссипативная неустойчивость звука.
6. Пучково-резистивная неустойчивость.
7. Статистический метод описания плазмы. Кинетическое уравнение с самосогласованным полем.
8. «Столкновительные» члены кинетического уравнения (в форме Больцмана, Крука, Ландау).
9. Уравнение Фоккера-Планка.
10. Механизм Ландау затухания потенциальных волн.
11. Циклотронное затухание волн в плазме с магнитным полем.
12. Кинетические неустойчивости (явление убегающих электронов, пучково-резистивная неустойчивость в бесстолкновительной плазме).
12. Получение уравнений гидродинамики из кинетического уравнения.
14. Явления переноса в плазме (диффузия, вязкость, теплопроводность, электропроводность, теплопроводность). Качественные оценки коэффициентов переноса.
15. Влияние магнитного поля на коэффициенты переноса.
16. Физические процессы в пылевой плазме. Электростатический потенциал вблизи пылевой частицы. Взаимодействие между пылевыми частицами.
17. Колебания и волны в пылевой плазме.

Примеры экзаменационных билетов.

Пример 1.

1. Термодинамика плазмы, Дебаевское экранирование, кулоновская поправка к уравнению состояния идеального газа, равновесная ионизация. Неидеальная плазма.
2. Трёхкомпонентная гидродинамика. Процессы переноса (проводимость, диффузия, амбиполярная диффузия).

Пример 2.

1. Пучковые неустойчивости.
2. Явления переноса в плазме (диффузия, вязкость, теплопроводность, электропроводность, теплопроводность). Качественные оценки коэффициентов переноса.

## 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 задач.

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

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