

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

УТВЕРЖДЕНО
Директор физтех-школы
аэрокосмических технологий
С.С. Негодяев

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Введение в физику пограничных слоёв
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Геокосмические науки и технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра термогидромеханики океана
курс:	3
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - 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 составил: И.А. Репина, д-р физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры термогидромеханики океана 14.04.2023

Аннотация

Пограничные слои атмосферы и океана - важнейший компонент функционирования климатической системы Земли. В курсе лекций рассматриваются процессы взаимодействия на границе океан-атмосфера в разных пространственно-временных масштабах и их роль в формировании погоды и климата. Даются сведения об атмосферной и океанской турбулентности, пограничных слоях атмосферы и океана, радиационном переносе в атмосфере глобальных и мезомасштабных атмосферных циркуляциях. Также представлены процессы формирования морского волнения, образования ураганов и мезоциклонов и пр. опасных погодных явлений. Отдельное внимание уделяется тепло- и газообмену в системе океан-атмосфера. В результате изучения дисциплины студенты получают представление о роли пограничных слоев атмосферы и океана в формировании погоды и климата, получают навыки расчета основных характеристик радиационного и теплового обмена в системе и характеристик морского волнения, а также будут ознакомлены с основными методами измерений и моделирования.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- дать общее понимание физических процессов в пограничных слоях атмосферы и океана и их взаимодействия в разных пространственно-временных масштабах и их роли в моделировании климата, прогнозе состояния его отдельных компонентов.

Задачи дисциплины

- ознакомить студентов с основными процессами в пограничных слоях атмосферы и океана в различных масштабах, географическими особенностями их проявления в разных районах океанов и в морях;
- дать представление об основных методах исследования процессов в пограничных слоях и их взаимодействия;
- показать практическую важность взаимодействия океана и атмосферы для решения задач прогноза изменений климата, рационального использования природных ресурсов и охраны водной и воздушной сред.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок
	ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников
	ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории динамики верхнего слоя моря, приводного и пограничного слоя атмосферы;
- современные проблемы исследования взаимодействия атмосферы и океана на различных масштабах;
- количественные показатели различных форм взаимодействия.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

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	Система океан-атмосфера, ее суть и особенности	3			1
2	Пограничный слой атмосферы	2			2
3	Основы физики приземного (приводного) слоя атмосферы	4			1
4	Гидродинамические свойства поверхности моря	4			2
5	Действие ветра на море	5			1
6	Пограничный слой океана	3			2
7	Физико-химическое взаимодействие атмосферы и океана	2			1
8	Тепловой баланс системы атмосфера-океан	3			2
9	Глобальное взаимодействие океана и атмосферы	2			1
10	Региональные особенности взаимодействия атмосферы и океана	2			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: 6 (Весенний)

1. Система океан-атмосфера, ее суть и особенности

Исторический обзор; Факторы, определяющие изменчивость системы океан-атмосфера. Внешние и внутренние процессы; Масштабы временной изменчивости системы океан-атмосфера. Колебания вынужденные и свободные. Положительные и отрицательные обратные связи; Фундаментальные следствия взаимодействия океана и атмосферы; Отличие в свойствах океана и атмосферы. Общность законов изменения основных термодинамических характеристик атмосферы и океана. Введение в физику пограничных слоев. Турбулентность.

2. Пограничный слой атмосферы

Планетарный слой атмосферы. Экмановский пограничный слой. Атмосферный пограничный слой. Основы физики пограничного слоя атмосферы, законы сопротивления и теплопередачи. Вертикальное распределение метеорологических элементов в пограничном слое атмосферы. Классификация моделей пограничного слоя атмосферы; замыкание моделей, граничные условия. Когерентные структуры, мезо- и крупномасштабное влияние потоков плавучести на структуру АПС.

3. Основы физики приземного (приводного) слоя атмосферы

Баланс сил, понятие слоя постоянства потоков тепла и влаги; Понятие атмосферной турбулентности; Основные отличия морской поверхности от твердой стенки; Характеристики приводного слоя (коэффициенты турбулентного обмена, числа Шмидта, Прандтля, Ричардсона); Логарифмический закон распределения метеоэлементов в приземном слое атмосферы; Спектры пульсаций метеопараметров; Устойчивость и типы стратификации в приземном слое (число Монина-Обухова). Основы полуэмпирической теории подобия Монина-Обухова. Влияние взволнованной водной поверхности на микровзаимодействие, волновое сопротивление водной поверхности.

4. Гидродинамические свойства поверхности моря

Гидродинамические свойства поверхности моря, ламинарный (вязкий) подслой; Параметр шероховатости; Перенос количества движения в приводном слое воздуха; Тангенциальное напряжение ветра (коэффициент трения); Общая характеристика тепловлагообмена между морем и атмосферой; Контактный теплообмен, теплообмен излучением, испарение; Методы расчета и измерений турбулентных потоков тепла, влаги и импульса. Балк-формулы. Теория процессов контактного теплообмена и испарения (числа Стэнтона, Дальтона, Боуэна); Полуэмпирические теории теплообмена и испарения; Зависимость потока количества движения от ветра и волн. Влияние стратификации. Температурный режим поверхности моря. Холодная пленка.

5. Действие ветра на море

Классическая теория ветровых волн. Вероятностные гидродинамические модели волнения. Факторы волнообразования и их роль в развитии волнения. Уравнение баланса волновой энергии. Гипотезы подобия для процессов ветрового волнения; универсальные функции, возраст и степень развития волнения. Понятие о режиме волнения и волновом климате. Генерация и рост волн. Сопротивление, испарение и теплопередача на разных стадиях развития волнения. Статистическое описание ветровых волн. Энергетические спектры ветрового волнения, фазовая скорость. Прогноз волнения. Формула Чарнока, динамика развития поверхностных волн, характеристика высокочастотного участка спектра ветрового волнения.

Происхождение дрейфовых течений. Экмановская идеализация теории ветровых волн и течений. Апвеллинги, нагоны.

6. Пограничный слой океана

Турбулентность в верхнем слое океана. Мелкомасштабная и крупномасштабная океанская турбулентность. Коэффициенты турбулентного обмена, турбулентная диффузия примесей. Конвекция в верхнем слое океана. Верхний квазиоднородный слой и сезонный термоклин в океане. Приповерхностная инверсия температуры воды в океане.

7. Физико-химическое взаимодействие атмосферы и океана

Физико-химическая характеристика поверхности раздела жидкость-газ. Поверхностное натяжение и пленки. Процессы массопереноса. Пограничный диффузионный слой. Мономолекулярный слой поверхностно-активных веществ на поверхности океана. Пузыри и брызги. Перенос вещества через границу океан-атмосфера. Баланс солей и отдельных элементов в системе океан-атмосфера. Обмен газами между океаном и атмосферой.

8. Тепловой баланс системы атмосфера-океан

Лучистые потоки тепла в атмосфере и океане. Солнечное излучение. Длинноволновое излучение атмосферы и океана. Отражение и поглощение радиации океаном. Радиационный баланс океана. Глобальный бюджет тепла, составляющие теплового баланса. Годовой ход составляющих теплового баланса. Меридиональный перенос тепла в атмосфере. Источники и стоки тепла в системе атмосфера-океан-материк. Радиационный перенос в верхнем слое океана.

9. Глобальное взаимодействие океана и атмосферы

Теория подобия для глобального взаимодействия океана и атмосферы. Бароклинная неустойчивость, необходимые условия. Баротропная неустойчивость. Вихри в океане, фронты, общая циркуляция в атмосфере. Облачность как продукт и регулятор взаимодействия атмосферы и океана, конвекция кучевых облаков. Междугодовая изменчивость системы атмосфера-океан-континент. Крупномасштабное взаимодействие океана и атмосферы и долгопериодные прогнозы погоды. Климат земли при различных условиях глобального взаимодействия атмосферы и океана. Современный климатический режим и оценки его вариаций. Иерархия моделей климатической системы.

10. Региональные особенности взаимодействия атмосферы и океана

Механизм взаимодействия океана и атмосферы в умеренных, тропических и полярных широтах. Тропические циклоны: структура, климатология. Воздействие тропических циклонов на океан. Тропические ураганы. Влияние температуры поверхности океана на региональный климат. Эль-Ниньо - Южное колебание. Лед как продукт взаимодействия океана и атмосферы. Закономерности формирования ледяного покрова. Влияние ледяного покрова на теплообмен атмосферы с океаном. Влияние полыней и разводий на взаимодействие атмосферы и океана в полярных областях. Различия климата Северной и Южной полярных областей. Местные и кatabатические ветры.

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

Необходимое оборудование для лекций: компьютер и мультимедийное оборудование (проектор, интерактивная доска).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Океанология. Физика океана [Текст]. В 2 т. Т. 1. Гидрофизика океана, [монография]/отв. ред. В. М. Каменкович, А. С. Монин, -М., Наука, 1978
2. Динамика атмосферы и океана [Текст]. В 2 т. Т. 1/А. Гилл, -М., Мир, 1986

3. Динамика атмосферы и океана [Текст]. В 2 т. Т. 2/А. Гилл, -М., Мир, 1986
4. Приповерхностный слой океана [Текст]/К. Н. Федоров, А. И. Гинзбург, -Л., Гидрометеиздат, 1988

Литература из фонда базовой кафедры:

1. Перри А.Х., Уокер Дж.М. Система океан-атмосфера. пер. с англ. Л.: Гидрометеиздат. 1979. 195 с.
2. Краус Е. Б. Взаимодействие атмосферы и океана Л., Гидрометеиздат, 1976, 296с.
3. Лайхтман Д. Л. Физика пограничного слоя атмосферы Л., Гидрометеиздат, 1961, 252 с.
4. Пограничные слои атмосферы. Природа теория и приложения к моделированию и охране окружающей среды (редакторы А. Бакланов, Б. Гизогоно; научный редактор русского издания Г.С. Голицын), М, ГЕОС, 2012
5. Зилитинкевич С.С. Атмосферная турбулентность и планетарные пограничные слои, Физматлит Москва, 2013.

Дополнительная литература

1. Избранные труды [Текст], Крупномасштабное взаимодействие океана и атмосферы/В. В. Шулейкин, -М., Наука, 1986

Литература из фонда базовой кафедры:

1. Безбородов А.В., Еремеев В.Н. Физико-химические аспекты взаимодействия океана и атмосферы. Киев. Наукова думка. 1984. 183 с.
2. Зилитинкевич С.С. Динамика пограничного слоя атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 292 с.
3. Китайгородский С.А. Физика взаимодействия атмосферы и океана. Л.: Гидрометеиздат. 1970, 284 с.
4. Взаимодействие океана и атмосферы в северной полярной области // под ред. А. Ф. Трешникова и Г. В. Алексеева.- Л., Гидрометеиздат, 1991, 176 с.
5. Монин А.С., Красицкий В.П. Явления на поверхности моря. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 376 с

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

1. <http://lib.mipt.ru/> – электронная библиотека Физтеха
2. <http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».
3. <http://benran.ru> –библиотека по естественным наукам Российской академии наук.

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

Matlab, Surfer.

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

Успешное освоение курса «Введение в физику пограничных слоев» требует большой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе);
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях;
- подготовку к контрольным, самостоятельным работам и тестам.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в результате анализа итогов контрольных, самостоятельных работ и тестов, а также индивидуальных консультаций.

Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Геокосмические науки и технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра термогидромеханики океана
курс:	3
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: И.А. Репина, д-р физ.-мат. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок
	ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников
	ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Введение в физику пограничных слоёв» обучающийся должен:

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории динамики верхнего слоя моря, приводного и пограничного слоя атмосферы;
- современные проблемы исследования взаимодействия атмосферы и океана на различных масштабах;
- количественные показатели различных форм взаимодействия.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач;
- делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;
- получать наилучшие значения измеряемых величин и правильно оценить степень их достоверности;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

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

Текущий контроль осуществляется путём устного опроса обучающихся по темам предыдущих занятий.

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

Перечень примерных вопросов для проведения дифференцированного зачёта:

1. Факторы, определяющие изменчивость системы океан-атмосфера. Внешние и внутренние процессы;
2. Классификация моделей пограничного слоя атмосферы; замыкание моделей, граничные условия.
3. Масштабы временной изменчивости системы океан-атмосфера. Колебания вынужденные и свободные. Положительные и отрицательные обратные связи;
4. Баланс сил, понятие слоя постоянства потоков тепла и влаги; Понятие атмосферной турбулентности; Основные отличия морской поверхности от твердой стенки;
5. Отличие в свойствах океана и атмосферы. Общность законов изменения основных термодинамических характеристик атмосферы и океана.
6. Характеристики приводного слоя (коэффициенты турбулентного обмена, числа Шмидта, Прандтля, Ричардсона);
7. Фундаментальные следствия взаимодействия океана и атмосферы;
8. Логарифмический закон распределения метеоэлементов в приземном слое атмосферы; Спектры пульсаций метеопараметров;
9. Планетарный слой атмосферы. Экмановский пограничный слой. Атмосферный пограничный слой.
10. Классическая теория ветровых волн. Вероятностные гидродинамические модели волнения.
11. Механизм взаимодействия океана и атмосферы в умеренных, тропических и полярных широтах.
12. Физико-химическая характеристика поверхности раздела жидкость-газ. Поверхностное натяжение и пленки. Процессы массопереноса. Пограничный диффузионный слой.
13. Тропические циклоны: структура, климатология. Воздействие тропических циклонов на океан. Тропические ураганы.
14. Устойчивость и типы стратификации в приземном слое (число Монина-Обухова). Основы полуэмпирической теории подобия Монина-Обухова.
15. Основы физики пограничного слоя атмосферы, законы сопротивления и теплопередачи. Вертикальное распределение метеорологических элементов в пограничном слое атмосферы.
16. Пузыри и брызги. Перенос вещества через границу океан-атмосфера. Баланс солей и отдельных элементов в системе океан-атмосфера.
17. Влияние температуры поверхности океана на региональный климат. Эль-Ниньо - Южное колебание.
18. Лучистые потоки тепла в атмосфере и океане. Солнечное излучение. Длинноволновое излучение атмосферы и океана. Отражение и поглощение радиации океаном. Радиационный баланс океана. .
19. Когерентные структуры, мезо- и крупномасштабное влияние потоков плавучести на структуру Атмосферного пограничного слоя.
20. Влияние взволнованной водной поверхности на микровзаимодействие, волновое сопротивление водной поверхности.
21. Лед как продукт взаимодействия океана и атмосферы. Закономерности формирования ледяного покрова. Влияние ледяного покрова на теплообмен атмосферы с океаном. Влияние полыней и разводий на взаимодействие атмосферы и океана в полярных областях.
22. Мономолекулярный слой поверхностно-активных веществ на поверхности океана. Обмен газами между океаном и атмосферой.
23. Различия климата Северной и Южной полярных областей. Местные и кatabатические ветра.
24. Гидродинамические свойства поверхности моря, ламинарный (вязкий) подслой; Параметр шероховатости; Перенос количества движения в приводном слое воздуха; Тангенциальное напряжение ветра (коэффициент трения);
24. Теория подобия для глобального взаимодействия океана и атмосферы. Бароклинная неустойчивость, необходимые условия. Баротропная неустойчивость.
25. Общая характеристика тепловлагообмена между морем и атмосферой; Контактный теплообмен, теплообмен излучением, испарение;
26. Облачность как продукт и регулятор взаимодействия атмосферы и океана, конвекция кучевых облаков.

27. Методы расчета и измерений турбулентных потоков тепла, влаги и импульса. Балк-формулы. Теория процессов контактного теплообмена и испарения (числа Стэнтона, Дальтона, Боуэна); Полуэмпирические теории теплообмена и испарения
28. Глобальный бюджет тепла, составляющие теплового баланса. Годовой ход составляющих теплового баланса.
29. Зависимость потока количества движения от ветра и волн. Влияние стратификации. Температурный режим поверхности моря. Холодная пленка.
30. Меридиональный перенос тепла в атмосфере. Источники и стоки тепла в системе атмосфера-океан-материк.
31. Факторы волнообразования и их роль в развитии волнения. Уравнение баланса волновой энергии. Гипотезы подобия для процессов ветрового волнения; универсальные функции, возраст и степень развития волнения.
32. Вихри в океане, фронты, общая циркуляция в атмосфере.
33. Понятие о режиме волнения и волновом климате. Генерация и рост волн.
34. Междугодовая изменчивость системы атмосфера-океан-континент.
35. Сопротивление, испарение и теплопередача на разных стадиях развития волнения.
36. Крупномасштабное взаимодействие океана и атмосферы и долгопериодные прогнозы погоды.
37. Статистическое описание ветровых волн. Энергетические спектры ветрового волнения, фазовая скорость. Прогноз волнения.
38. Климат земли при различных условиях глобального взаимодействия атмосферы и океана.
39. Формула Чарнока, динамика развития поверхностных волн, характеристика высокочастотного участка спектра ветрового волнения.
40. Современный климатический режим и оценки его вариаций. Иерархия моделей климатической системы.
41. Происхождение дрейфовых течений. Экмановская идеализация теории ветровых волн и течений. Апвеллинги, нагоны.

Критерии оценивания

оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины, а также по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов;

оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины, а также по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов;

оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, знания учебной программы дисциплины при ответе экзаменационного билета и ответе на вопросы по программе дисциплины, а также по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов;

оценка «хорошо (7)» выставляется студенту по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов, если он твердо знает материал экзаменационного билета, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;

оценка «хорошо (6)» выставляется студенту по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов, если он знает материал экзаменационного билета, по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе много неточностей;

оценка «хорошо (5)» выставляется студенту по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов, если он знает материал экзаменационного билета, излагает его, умеет применять полученные знания на практике, не допускает в ответе грубых ошибок;

оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов, а также, если во время ответа экзаменационного билета он показал фрагментарный, характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения;

оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов, а также, если во время ответа экзаменационного билета он показал разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

оценка «неудовлетворительно (2-1)» выставляется студенту по результатам контрольных, самостоятельных работ и тестов, а также, если во время ответа экзаменационного билета, он показал, что не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

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

При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном дифференцированном зачете не должен превышать двух астрономических часов.