

**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: | Информационные технологии в климатических задачах |
| по направлению: | Прикладные математика и физика |
| профиль подготовки: | Фундаментальная и прикладная физика природных систем Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра термогидромеханики океана |
| курс: | 1 |
| квалификация: | магистр |

Семестры, формы промежуточной аттестации:

1 (осенний) - Зачет

2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 150 всего, в том числе:

лекции: 45 час.

семинары: 105 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 120 час.

Всего часов: 270, всего зач. ед.: 6

Программу составил: К.В. Ушаков, канд. физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры термогидромеханики океана 22.03.2022

Аннотация

Курс представляет собой введение в базовые информационные технологии, применяемые в настоящее время в науках о климате. Он направлен на то, чтобы ознакомить слушателей с основными принципами функционирования климатических моделей и сценариями постановки модельных численных экспериментов, после чего создать практические навыки анализа данных, получаемых в результате таких экспериментов. Рассматриваются общее устройство моделей климатической системы Земли и её отдельных компонентов, их типичные ошибки, протоколы верификации и калибровки моделей, крупномасштабные климатические характеристики океана и атмосферы. На семинарских занятиях отрабатываются навыки работы с операционными системами семейства Linux, доступа к удалённым вычислительным системам, численного решения элементарных задач математической физики с помощью языка Fortran, обработки и визуализации геофизических данных в формате NetCDF с помощью пакетов CDO, NCO, GrADS, Panoply, специализированных библиотек на языке Python. Курс завершается введением в методы параллельного программирования для систем с распределённой памятью.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- формирование базовых знаний об общих принципах численного решения задач моделирования климата и анализа данных наблюдений, навыков работы с геофизическим программным обеспечением и многопроцессорными вычислительными системами.

Задачи дисциплины

- дать студентам базовые знания об общих принципах численного решения задач моделирования климата;
- дать студентам базовые знания и навыки программирования на языке Фортран, работы в операционной системе Linux, режиме удалённого доступа к вычислительным серверам;
- научить студентов анализировать климатические данные, полученные с помощью численного моделирования и наблюдений;
- научить самостоятельно формулировать постановку задачи, настраивать модель и проводить расчет на многопроцессорной вычислительной системе;
- выработать у студентов навыки, позволяющие быстро осваивать различные модели компонентов климатической системы Земли.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|--|---|
| 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-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов |
| | 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 | 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 |

| | |
|---|--|
| 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) |
| | ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ) |
| | ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов |

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия и принципы численного решения задач моделирования климата;
- основные океанские и атмосферные характеристики, используемые при анализе глобального климата;
- основы операционных систем семейства Linux и языка программирования Фортран;
- принципы построения моделей климатической системы Земли и отдельных компонентов этой системы;
- современные базы данных климатических наблюдений и модельных расчётов.

уметь:

- программировать на алгоритмическом языке Фортран и работать в вычислительной среде под управлением операционной системы Linux;
- обрабатывать данные моделей и наблюдений, вычислять основные статистические и климатические характеристики;
- задавать модельную конфигурацию, ставить и выполнять численный эксперимент с помощью модели Мирового океана ИВМИО.

владеть:

- навыками самостоятельного освоения моделей климатической системы Земли и отдельных компонентов этой системы;
- навыками работы с геофизическими данными в формате NetCDF;
- базовыми навыками параллельного программирования на вычислительных системах с распределённой памятью.

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 | Введение: предмет исследований | 2 | 2 | | 4 |
| 2 | Принципы построения и верификации климатических моделей | 2 | 6 | | 5 |
| 3 | Программная среда | 2 | 6 | | 6 |
| 4 | Элементы языка Фортран | 2 | 6 | | 10 |
| 5 | Обработка и отображение климатических данных, часть 1 | 4 | 6 | | 10 |
| 6 | Формат NetCDF | 3 | 4 | | 10 |

| | | | | | |
|-----------------------|---|---------------------|-----|--|-----|
| 7 | Внутренние связи климатической системы | 4 | 10 | | 15 |
| 8 | Численный эксперимент | 8 | 20 | | 20 |
| 9 | Обработка и отображение климатических данных, часть 2 | 10 | 25 | | 25 |
| 10 | Элементы параллельного программирования | 8 | 20 | | 15 |
| Итого часов | | 45 | 105 | | 120 |
| Подготовка к экзамену | | 0 час. | | | |
| Общая трудоёмкость | | 270 час., 6 зач.ед. | | | |

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

Семестр: 1 (Осенний)

1. Введение: предмет исследований

Климат. Компоненты климатической системы Земли. Основные климатические характеристики океана и атмосферы, их изменчивость и взаимосвязь. Климат как ансамбль состояний системы. Исследования климата и прогноз погоды. Модель как экспериментальный стенд. Потоки данных в современных и перспективных моделях.

2. Принципы построения и верификации климатических моделей

Принципы построения и верификации климатических моделей. Современные системы климатического моделирования: их архитектуры, возможности, разрешение. Сетки. Форматы данных. Базы данных наблюдений и модельных расчётов. Основные базы глобальных океанских и атмосферных данных. Изолированные и совместные модели.

3. Программная среда

Установка операционной системы, работа с консолью и графическим интерфейсом, базовые команды и прикладные программы, принципы работы (на примере дистрибутива Ubuntu). Скриптовый язык bash. Удалённая работа, протоколы SSH и SFTP, проброс портов, X Window System.

4. Элементы языка Фортран

Стандарты Фортрана, пакеты gfortran и Intel Fortran. Операторы и форматы ввода-вывода, циклы, функции, подпрограммы, модули, типы данных, строки, производные типы, классы, указатели и работа с памятью, массивы и встроенные функции для них, сечения, формальные параметры, именованные списки, логические выражения и конструкции, интерфейсы, перегрузка, атрибуты, область видимости. Основные флаги компиляции и директивы препроцессора. Соглашения о кодировании. Библиотека Intel MKL.

5. Обработка и отображение климатических данных, часть 1

Типичные задачи обработки климатических данных и базовые характеристики модельного решения. Методы визуализации результатов. Пакеты для обработки CDO и NCO. Графическая библиотека PyNGL. Пакет для визуализации Panoply. Пакеты для построения кривых.

6. Формат NetCDF

Библиотека netcdf для Фортрана, версии NetCDF. Типы данных, переменные, атрибуты, размерности, сетки, оси, временные шкалы. Соглашения о метаданных. Параллельная реализация. Сжатие и линейное преобразование. Простейшие программы для чтения-записи и визуализации.

Семестр: 2 (Весенний)

7. Внутренние связи климатической системы

Прямые и обратные связи в климатической системе. Изменчивость на разных масштабах. Климатические колебания. Типичные ошибки наблюдений и моделей. Дрейф модели. Верификация моделей, международные программы интеркалибрации и мультимодельных экспериментов. Методы сопряжения моделей (каплинг).

8. Численный эксперимент

Система контроля версий Git. Модельная конфигурация и постановка численного эксперимента. Основные настроечные параметры моделей. Внешний форсинг. Роль суперкомпьютеров и параллельных вычислений в планировании и проведении численных экспериментов с климатическими моделями. Масштабируемость параллельного кода. Роль пространственного разрешения и степени детализации описания подсеточных процессов.

9. Обработка и отображение климатических данных, часть 2

Меры изменчивости, статистические характеристики. Эмпирические ортогональные функции. Климатические индексы. Методы интерполяции, формат SCRIP. Графический пакет и скриптовый язык Grads.

10. Элементы параллельного программирования

Программный интерфейс MPI, группы, коммунитаторы, основные процедуры, методы передачи-приёма сообщений, тупиковые ситуации. Профилирование, балансировка нагрузки. Декомпозиция расчётной области модели. Работа на высокопроизводительных кластерах, запрос ресурсов, системы очередей.

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

учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Модели глобальной атмосферы и Мирового океана: алгоритмы и суперкомпьютерные технологии [Текст] : учеб. пособие для вузов / Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова ; [М. А. Толстых и др.] .— М. : Изд-во Моск. ун-та, 2013 .— 144 с.
2. Основы работы с Linux [Текст], учебный курс [для студентов вузов] /Н. М. Войтов. -М., ДМК Пресс, 2016
1. Современный Фортран [Текст] / О. В. Бартеньев .— 4-е изд., доп. и перераб. — М. : Диалог-МИФИ, 2005 .— 560 с.

Дополнительная литература

1. Динамика атмосферы и океана [Текст]. В 2 т. Т. 1/А. Гилл , -М., Мир, 1986
2. Динамика атмосферы и океана [Текст]. В 2 т. Т. 2/А. Гилл , -М., Мир, 1986

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

<http://lib.mipt.ru/> – электронная библиотека Физтех

<https://ubuntu.ru/> – операционная система Linux Ubuntu

<https://software.intel.com> – пакет средств разработки Intel Parallel Studio XE

<http://model.ocean.ru> – пакеты геофизического программного обеспечения и модель Мирового океана ИВМИО на сайте Группы моделирования изменчивости климата океанов и морей ИО РАН

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

- Операционная система Linux Ubuntu
- Пакет средств разработки Intel Parallel Studio XE (свободная версия)
- Модель Мирового океана ИВМИО

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

Основной задачей при изучении курса является получение навыков работы с программным обеспечением, которые в дальнейшем позволят студентам начать проводить собственные исследования и свободно ориентироваться в цифровых продуктах (базах данных, моделях), относящихся к области наук о Земле, ориентированной на исследования глобальных процессов в климатической системе Земли. Основную часть курса составляют практические занятия, на которых преподаватель подробно разбирает со студентами одну из тем и предлагает выполнить соответствующие практические задания на рабочих станциях компьютерного класса. Для более успешного освоения курса по каждой теме студенты получают домашнее задание.

Успешное освоение курса требует большой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- решение практических задач при выполнении домашних заданий,
- чтение рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, семинаров, учебной и научной литературе).

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| | |
|----------------------------|--|
| по направлению: | Прикладные математика и физика |
| профиль подготовки: | Фундаментальная и прикладная физика природных систем Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра термогидромеханики океана |
| курс: | <u>1</u> |
| квалификация: | магистр |

Семестры, формы промежуточной аттестации:

1 (осенний) - Зачет

2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: К.В. Ушаков, канд. физ.-мат. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| 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-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов |
| | 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-1.1 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-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) |
| | ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ) |
| | ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов |

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Информационные технологии в климатических задачах» обучающийся должен:

знать:

- основные понятия и принципы численного решения задач моделирования климата;
- основные океанские и атмосферные характеристики, используемые при анализе глобального климата;
- основы операционных систем семейства Linux и языка программирования Фортран;
- принципы построения моделей климатической системы Земли и отдельных компонентов этой системы;
- современные базы данных климатических наблюдений и модельных расчётов.

уметь:

- программировать на алгоритмическом языке Фортран и работать в вычислительной среде под управлением операционной системы Linux;
- обрабатывать данные моделей и наблюдений, вычислять основные статистические и климатические характеристики;
- задавать модельную конфигурацию, ставить и выполнять численный эксперимент с помощью модели Мирового океана ИВМИО.

владеть:

- навыками самостоятельного освоения моделей климатической системы Земли и отдельных компонентов этой системы;
- навыками работы с геофизическими данными в формате NetCDF;
- базовыми навыками параллельного программирования на вычислительных системах с распределённой памятью.

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

Текущий контроль осуществляется в форме домашних заданий по каждой теме.

Домашнее задание по теме 1 «Введение: предмет исследований»

1. Проанализировать взаимосвязи между компонентами модели CESM2. Выписать все потоки данных и их характеристики (единицы, частота передачи, интервал накопления).

Домашнее задание по теме 2 «Программная реализация»

1. Скачать данные реанализа ERA-Interim для выбранных переменных, региона и периода времени, со всеми доступными разрешениями. Сравнить полученные данные и оценить разрешение рабочей модели. Сравнить полученный результат с документацией продукта.
2. Провести аналогичное упражнение с данными World Ocean Atlas. Оценить характерный разрешаемый масштаб наблюдений в различных регионах.

Домашнее задание по теме 3 «Программная среда»

1. Установить и настроить операционную систему Linux на домашнем компьютере.
2. Установить в операционную систему Linux дополнительные компоненты: пакет Fortran-77, архиватор RAR, пакет LibreOffice.

Домашнее задание по теме 4 «Элементы языка Фортран»

1. Написать программу решения квадратного уравнения с произвольными коэффициентами.
2. Написать программу поиска максимальных и минимальных значений массива.
3. Написать программу решения системы линейных уравнений 3-его порядка.

Домашнее задание по теме 5 «Обработка и отображение климатических данных – 1»

1. Переинтерполировать модельные данные с 3-полярной сетки на широтно-долготную. Вычислить на выбор одну из рассмотренных климатических характеристик решения и нарисовать её контурный график с помощью скрипта на языке PyNGL.

Домашнее задание по теме 6 «Формат NetCDF»

1. Написать на языке Фортран программу для раскодирования линейно-преобразованных данных в формате NetCDF с сохранением всех метаданных.

Домашнее задание по теме 7 «Внутренние связи климатической системы»

1. Удалить тренд и отфильтровать фильтром с окном пропускания 10-60 дней данные реанализа ERA-Interim за выбранные годы для ТПО в тропиках Тихого океана. Оценить скорость распространения и межсезонную-межгодовую изменчивость интенсивности волн тропической неустойчивости. Сравнить с графиком индекса ЭНЮК.

Домашнее задание по теме 8 «Численный эксперимент»

1. Скачать с git-сервера репозиторий модели ИВМИО. Выбрать по заданной метке модельную конфигурацию. Настроить пути, собрать, запустить и просчитать эксперимент. Включить модельную вязкость второго порядка и повторить эксперимент. Нарисовать контурные графики полей ТПО, СПО, уровня океана и кинетической энергии на поверхности – в обоих экспериментах и их разность.

Домашнее задание по теме 9 «Обработка и отображение климатических данных – 2»

1. Провести ЭОФ-анализ результатов предыдущего домашнего задания. Нарисовать графики ЭОФ с помощью пакета Grads.

Домашнее задание по теме 10 «Элементы параллельного программирования»

1. Выполнить задания по темам «Общие процедуры MPI» и «Передача/приём сообщений между отдельными процессами» из учебного пособия «Параллельное программирование с использованием технологии MPI».
2. Написать программу, запускающуюся на заданном при старте числе ядер и выводящую ранга каждого процесса. Также программа должна считать в параллельном режиме 2-мерное поле из NetCDF-файла, распределить его по локальным подобластям и вычислить глобальное среднее значение. Сравнить со средним, полученным средствами пакета CDO.

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Теория: Основные понятия теории климата. Примеры климатических характеристик атмосферы и океана. Принципы построения совместных моделей.
2. Практика: Написать параллельную программу, выводящую MPI-ранг каждого процесса.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Теория: Вертикальные и горизонтальные сетки моделей общей циркуляции океана и атмосферы. Типы смещённых сеток.
2. Практика: Продемонстрировать операторы и форматы ввода-вывода Фортрана.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Теория: Глобальные колебания и индексы.
2. Практика: Linux: обмен данными с удаленным компьютером.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Теория: Фортран: возможности передачи данных из головной программы в подпрограмму.
2. Практика: Преобразовать трёхполярные ASCII-данные в широтно-долготные NetCDF, имея cdo-описания обеих сеток.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Теория: ФОРТРАН: использование внешних библиотек для решения научных задач.
2. Практика: Выделить из поля ТПО мезомасштабный сигнал и построить диаграмму Хофмёллера.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

1. Теория: Типичные ошибки наблюдений и моделей. Дрейф модели.
2. Практика: Linux: способы установки дополнительных компонент.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

1. Теория: Основные настроечные параметры моделей общей циркуляции океана.
2. Практика: Вычислить и нарисовать графики компонентов ЭОФ-разложения заданного массива.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

1. Теория: Роль пространственного разрешения модели и степени детализации описания подсеточных процессов.
2. Практика: Написать параллельную MPI-программу, считывающую сообщение первым процессом и передающую второму процессу для вывода на экран.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

1. Теория: Запрос ресурсов при постановке задачи в очередь.
2. Практика: Git: скачать репозиторий, перейти по метке, внести изменения, создать коммит в новой ветке, отправить на сервер.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

1. Теория: Фортран: основные флаги компиляции и директивы препроцессора.
2. Практика: Нарисовать контурный график данного массива средствами RynGL.

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

Оценка за промежуточную аттестацию в виде зачёта выставляется по результатам текущего контроля успеваемости.

При проведении устного дифференцированного зачёта обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету не должен превышать двух астрономических часов. Опрос по билету включает выполнение практического задания на компьютере.

Во время проведения дифференцированного зачёта при подготовке ответов на билеты, обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, конспектами и любой другой литературой.

Во время проведения дифференцированного зачёта при ответе обучающегося на вопросы по билету или по программе дисциплины, он не может пользоваться конспектами и любой другой литературой.