

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Ученого совета

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Ученый секретарь _____ *подпись* _____ *И.О. Фамилия*

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Ученого совета

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Ученый секретарь _____ *подпись* _____ *И.О. Фамилия*

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Технологии компьютерной визуализации» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе «Теоретическая физика» и входит в вариативную часть учебного плана.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 г. № 867, учебный план подготовки аспирантов по профилю «Теоретическая физика».

Цель – подготовить аспирантов к научно-исследовательской деятельности по профилю теоретическая физика, к защите научно-квалификационной работы (диссертации) и преподаванию в учреждениях высшего профессионального образования.

Задачи:

- систематизировать знания по теории компьютерной визуализации;
- на основании теоретической и практической подготовки аспирантов сформировать навыки к самостоятельной научной и педагогической деятельности.

Компетенции выпускника, формируемые в результате изучения дисциплины:

Универсальные компетенции:

Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

Общепрофессиональные компетенции:

Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области теоретической физики с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1).

Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

Профессиональные компетенции:

Владение современными методами научных исследований в области теоретической физики, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ПК-2).

Способность обобщать и использовать результаты научных исследований для решения практических задач (ПК-6).

Требования к уровню усвоения содержания дисциплины.

Аспиранты должны приобрести следующие знания и умения.

Знать:

- фундаментальные основы технологии компьютерной визуализации;
- современное состояние и перспективы развития исследований в области технологии компьютерной визуализации;
- основные научные проблемы в области технологии компьютерной визуализации.

Уметь:

- анализировать и обобщать полученные в ходе исследования теоретических моделей технологии компьютерной визуализации;
- использовать компьютерные технологии и обрабатывать результаты натурных измерений, проводить их специальный анализ;
- формулировать логичные и обоснованные выводы из анализа

собственных научных результатов и опубликованных материалов.

Владеть:

- навыками анализа и обобщения полученных в ходе исследования теоретических моделей технологии компьютерной визуализации;
- основными современными методами расчета объекта научного исследования, использующими передовые информационные технологии;
- навыками корректной постановки научного исследования и выявления артефактов эксперимента.

Интерактивные формы обучения составляют 72 часа и включают в себя 54 часа лекционных занятий и 18 часов практических занятий.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия – 54 часа.

МОДУЛЬ 1. Основы работы в Bourne-Again SHell (12 час.)

Тема 1. Введение (2 час.)

Рабочая среда Linux, ее область применения. Зачем необходимо знание языка Shell? Sha-Bang, запуск сценария.

Тема 2. Основы (2 час.)

Служебные символы. Переменные и параметры. Подстановка переменных. Присваивание значений переменным. Переменные Bash не имеют типа. Специальные типы переменных

Кавычки. Завершение и код завершения.

Проверка условий. Конструкции проверки условий. Операции проверки файлов. Операции сравнения. Вложенные условные операторы if/then. Проверка степени усвоения материала

Операции и смежные темы. Операторы. Числовые константы

Тема 3. Углубленный материал (4 час.)

К вопросу о переменных. Внутренние переменные. Работа со строками. Подстановка параметров. Объявление переменных: declare и typeset. Косвенные ссылки на переменные. RANDOM: генерация псевдослучайных целых чисел. Двойные круглые скобки.

Циклы и ветвления. Циклы. Вложенные циклы. Управление ходом выполнения цикла. Операторы выбора.

Внутренние команды. Команды управления заданиями.

Внешние команды, программы и утилиты. Базовые команды. Более сложные команды. Команды для работы с датой и временем. Команды обработки текста. Команды для работы с файлами и архивами. Команды для работы с сетью. Команды управления терминалом. Команды выполнения математических операций. Прочие команды.

Команды системного администрирования. Подстановка команд. Арифметические подстановки. Перенаправление ввода/вывода. С помощью команды `exec`. Перенаправление для блоков кода. Область применения. Встроенные документы

Тема 4. Материал повышенной сложности (4 час.)

Регулярные выражения. Краткое введение в регулярные выражения. Globbing – Подстановка имен файлов. Подболочки, или Subshells. Ограниченный режим командной оболочки. Подстановка процессов. Функции. Сложные функции и сложности с функциями. Локальные переменные. Псевдонимы. Списки команд. Массивы. Файлы. `/dev` и `/proc`. `/dev/zero` и `/dev/null`. Отладка сценариев. Необязательные параметры (ключи). Широко распространенные ошибки. Стил программирования. Неофициальные рекомендации по оформлению сценариев. Интерактивный и неинтерактивный режим работы. Сценарии-обертки. Операции сравнения: Альтернативные решения. Рекурсия. «Цветные» сценарии. Оптимизация. Разные советы. Проблемы безопасности. Проблемы переносимости. Сценарии командной оболочки под Windows. Bash, версия 2.

МОДУЛЬ 2. Обработка данных и работа с 2-3D визуализацией в Generic Mapping Tools (12 час.)

Тема 1. Введение (2 час.)

История развития визуализационных программ. Спектр задач, решаемых GMT и Paraview.

Тема 2. Основы GMT (10 час.)

Основные карты (BASEMAPS). `Psbasemap` – создание базового фрейма, `pscoast` – нанесение береговых линии, континентов, рек и политических границ, `pslegend` - отображение легенд на карте.

Точки и линии (POINTS AND LINES). `Psxy` – графические символы, многоугольники и 2-D линии, `psxyz` – графические символы, многоугольники и 3-D линии.

Гистограммы (HISTOGRAMS). Pshistogram, psrose – модули постройки гистограмм.

Контурные (CONTOURS). Grdcontour – контуры на двухмерной сетке, pscontour – прямое контурирование/визуализация (x, y, r), используя оптимальную триангуляцию.

Поверхности (SURFACES). Grdimage – цветное отображение из двухмерных данных с привязкой к сетке, grdvector – графические векторные поля из двухмерных данных с привязкой к сетке, grdview – трехмерная визуализация двумерных данных с привязкой к сетке.

Утилиты (UTILITIES). Psimage – 2D визуализация, psscale – настройка цвета шкалы, pstext – отображение текста на картах, math – математический модуль, makecpt – модуль для внешней настройки цветовой шкалы.

МОДУЛЬ 3. Основы программирования в Paraview-python (30 час.)

Тема 1. Введение в Python (20 час.)

Тема 1.1 (2 час.)

Возможности языка python. Установка python на windows, linux системы. Написание первых программ. Среда разработки IDLE. Синтаксис языка, несколько специальных случаев. Что делать, если не работает программа.

Тема 1.2 (2 час.)

Инструкция if-elif-else, проверка истинности, трехмерное выражение if/else. Циклы for и while, операторы break и continue, волшебное слово else. Ключевые слова, модуль keyword. Встроенные функции, выполняющие преобразование типов. Другие встроенные функции. Числа: целые, вещественные, комплексные.

Тема 1.3 (4 час.)

Работа со строками в python: литералы. Строки, функции и методы строк, базовые операции, другие функции и методы строк, таблица «Функции и методы строк». Форматирование строк с помощью метода format.

Списки (list), функции и методы списков. Индексы и срезы. Кортежи (tuple), преимущества перед списками, принцип работы. Словари и работа с ними, методы словарей. Множества (set и frozenset).

Тема 1.4 (2 час.)

Функции и их аргументы, именованные функции (инструкция def), анонимные функции (инструкция lambda).

Исключения в python, конструкция try-except для обработки исключений. Байты (bytes и bytearray). None(null), или немного о типе NoneType, эквивалент null в python: None, проверка на None.

Файлы, работы с ними.

With...as – менеджеры контекста.

Тема 1.5 (2 час.)

PEP 8 – руководство по написанию кода на python: содержание, внешний вид кода, проблемы в выражениях и инструкциях, комментарии, контроль версий, соглашения по именованию.

Документирование кода в python, PEP 257. Что такое строки документации, одномерные и многомерные строки документации.

Тема 1.6 (4 час.)

Работа с модулями: создание, подключение инструкциями import и from. Подключение модуля из стандартной библиотеки, использование псевдонимов, инструкция from, создание своего модуля на python.

Объектно-ориентированное программирование, общие представления.

Инкапсуляция, наследование, полиморфизм.

Перегрузка операторов, «арифметический перегруз».

Декораторы. Передача декоратором аргументов в функцию, декорирование методов, декораторы с аргументами, некоторые особенности работы с декораторами.

Установка python-пакетов с помощью pip.

Тема 1.7 (4 час.)

Некоторые замечания. Появление ошибки `UnboundLocalError`. Правила для глобальных и локальных переменных. Случаи, когда функция `lambda`, принимая разные аргументы, возвращает один и тот же результат. Организация совместного доступа к глобальным переменным для нескольких модулей. Как правильно использовать импорт. Способы передачи опционального или именованного параметра из одной функции в другую. Случаи, когда изменение списка «у» приводит к изменению списка «х». Способы создания функции более высокого порядка. Способ скопировать объект в `python`. Создание многомерного списка.

Тема 2. Работа в Paraview (10 час.)

Тема 2.1 (2 час.)

Введение в `paraview`. Начало работы с `paraview`, графический интерфейс пользователя в `paraview`. Процесс визуализации: создание входного файла, применение фильтров. Начало работы с `pvpython`, скриптовый интерфейс `pvpython`, `shellPython`, сохранение действий в виде скрипта при работе в графической оболочке. Общие сведения о `pvpython`, `pvbatch`, `pvsolver`, `pvdataserver` и `pvrenderserver`.

Тема 2.2 (2 час.)

Загрузка данных. Открытие файлов в `paraview`, обработка файлов с неизвестным расширением и группы входных файлов, работа со временем, повторное открытие ранее открытых файлов. Открытие файлов посредством параметров командной строки. Общие свойства функций чтения файлов в графической оболочке.

Открытие файлов в `pvpython`. Загрузка группы файлов. Общие свойства функций чтения файлов в `pvpython`. Перегрузка файлов.

Тема 2.3 (2 час.)

Visualization Toolkit (VTK). Введение, понятие сетки, поля и массива. Сетка: равномерная прямолинейная, прямолинейная, криволинейная, неструктурированная, многоугольная. Множественный набор данных.

Получение информации о данных в paraview. Информационная панель. Панель «Инспектор статистики». Получение информации о данных в rvpython.

Отображение данных. Визуализационные окна в paraview. Визуализационные окна в rvpython. Свойства окон визуализации в paraview и rvpython, функции bar, line chart, box chart, plot matrix.

Тема 2.4 (4 час.)

Обработка файлов – фильтры. Правила использования фильтров.

Создание фильтров в paraview и rvpython.

Фильтры выделения: Clip, Slice, Extract Subset, Threshold, Iso Volume, Extract Selection.

Геометрические фильтры: Transform, Reflect, Warp by vector and scalar.

Фильтры отображения: Glyph, Stream Tracer, Resample, Probe, Plot over line.

Фильтры для математических преобразований: Calculator, Gradient, Mesh Quality.

Сохранение результатов. Результаты обработки фильтрами, анимация, скриншоты.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия – 18 часов.

МОДУЛЬ. Решение задач по 2D-3D визуализации посредством использования языков Bash и paraview и программного пакета GMT (18 час.)

Тема 1. Обработка исходных данных в среде bash (2 час.)

Решение задач по обработке данных и представлении их в требуемом формате средствами bash.

Тема 2. Обработка исходных данных, используя python (2 час.)

Решение практических задач, связанных с более массивными вычислениями, выполнение которых необходимо осуществить за счет программ, написанных на языке python.

Тема 3. 2D-3D визуализация в GMT (6 час.)

Решение задач по 2D-3D визуализации устойчивых и неустойчивых многообразий, показателей Ляпунова, сечений Пуанкаре, карт частот и STD измерений буев Арго и дрейфтеров средствами GMT.

Тема 4. 2D-3D визуализация в Paraview (8 час.)

Решение практических задач 2D-3D визуализации данных дистанционного зондирования Земли из космоса, экспедиционных океанографических съемок, полей скорости градиентных течений на поверхности моря по данным спутниковой альтиметрии АВИЗО и результатов численного моделирования циркуляции океана с помощью вихреразрешающих гидродинамических моделей.

III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Фонд оценочных средств прилагается.

IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Бизли Д. Python. Подробный справочник. СПб.: Символ-Плюс, 2010. 864 с.
2. Колисниченко Д.Н. Командная строка Linux и автоматизация рутинных задач. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 352 с.
3. Кофлер М. Linux. Установка, настройки, администрирование. СПб.: Питер, 2014. 768 с.
4. Лав Р. Linux. Системное программирование. СПб.: Питер, 2014. 448 с.
5. Лутц М. Изучаем Python. СПб.: Символ-Плюс, 2011. 1280 с.

6. Общие инструменты отображения (Generic Mapping Tools).
[Электронный ресурс].
URL: <http://gmt.soest.hawaii.edu/projects/gmt/wiki/Documentation> (дата обращения: 05.08.2018) – Яз. англ.
7. Страуструп Б. Язык программирования C++. 2004. 1054 с.
8. Уорд Б. Внутреннее устройство Linux. СПб.: Питер, 2016. 384 с.
9. Anthony Scopatz. Effective Computation in Physics: Field Guide to Research with Python / Anthony Scopatz, Kathryn D. Huff. O'Reilly Media, 2015. 552 p.