

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ФИЗИКЕ

COMPUTERS AND COMPUTER MODELING IN PHYSICS

1. Название: Вычислительная техника и компьютерное моделирование в физике

Course title: Computers and computer modeling in physics

2. Лектор: Александр Зинчик

Lecturer: Alexander Zinchik

3. Краткая аннотация (500-700 символов, на простом и доступном языке):

Численное моделирование составляет неотъемлемую часть современной фундаментальной и прикладной науки, причем по важности оно приближается к традиционным экспериментальным и теоретическим методам. Поэтому будущие научные работники, инженеры и преподаватели обязательно должны владеть технологией компьютерного моделирования, уметь исследовать различные физические явления и процессы с помощью компьютера. Целью данного курса является формирование и развитие навыков слушателей, необходимых для применения языка программирования Python 3 с библиотеками NumPy, SymPy и Matplotlib для проведения научных вычислений, обработки и визуализации данных.

Язык программирования Python обладает ясным и понятным синтаксисом и хорош для программирования математических вычислений.

Основное внимание будет уделено рассмотрению пакетов, используемых в научных вычислениях – NumPy, SciPy, Matplotlib и SymPy. В них реализованы классические численные алгоритмы решения уравнений, задач линейной алгебры, вычисления определенных интегралов, аппроксимации, решения дифференциальных уравнений и их систем. Пакет Matplotlib обладает хорошо развитыми возможностями визуализации двумерных и трехмерных данных.

Short annotation (500-700 characters, in plain and simple language):

Numerical modeling is an integral part of modern fundamental and applied science, and in importance it approaches the traditional experimental and theoretical methods. Therefore, future scientists, engineers and teachers must possess the technology of computer simulation, be able to explore various physical phenomena and processes using a computer.

The goal of this course is to develop the skills of students required to use the Python 3 programming language with the NumPy, SymPy and Matplotlib libraries for scientific computing, processing and visualization of data. The Python programming language has a clear and understandable syntax and is good for programming mathematical calculations..

Main attention will be devoted to the packages used in scientific calculations - NumPy, SciPy, Matplotlib and SymPy. They implement the classical numerical algorithms for solving equations, problems of linear algebra, calculating certain integrals, approximations, solving differential equations and their systems. The Matplotlib package has well-developed visualization capabilities for 2D and 3D data.

5. Название программы и семестр:

магистратура «Радиочастотные системы и устройства», 1-ый семестр



Study program and semester:

master program “RF systems and devices”, 1st semester

6. Детальное описание курса с разбиением по лекциям/семинарам/практикам:

	Тема	Тип занятия
1	Основы программирования на языке Python. Среда программирования	лекция
2	Простейшие операции. Ввод и вывод форматированных данных.	практика
3	Типы данных, переменные и операторы. Условия и циклы	лекция
4	Разветвляющиеся алгоритмы. Множественные условия. Циклические вычислительные процессы. Подсчет суммы членов ряда с заданной точностью.	практика
5	Библиотека NumPy. Вычисления над массивами библиотеки NumPy	лекция
6	Файлы. Ввод-вывод таблично заданных данных.	практика
7	Библиотека Matplotlib. Простые линейные графики	лекция
8	Численное дифференцирование и интегрирование таблично заданной функции.	практика
9	Библиотека NumPy. Дискретное преобразование Фурье. Особенности реализации. Сдвиговое ДПФ.	лекция
10	Применение ДПФ для решения задач дифракции.	практика
11	Библиотека SymPy. Символьное решение дифференциальных уравнений	лекция
12	Совместное использование символьной и численной математики	практика
13	Библиотека Matplotlib. Трехмерные графики. Анимация.	лекция
14	Моделирование динамических процессов.	практика
15	Использование библиотек для ускорения программ на Python	лекция
16	Моделирование дифракции в ближней зоне.	практика

Detailed content and structure with sectioning of lectures/seminars:

	Topic	Classes type
1	Basics of programming in Python. Integrated Development Environment	lecture
2	The simplest operations. Input and output of formatted data.	seminar
3	Data types, variables and operators. Conditions and cycles	lecture
4	Branching algorithms. Multiple conditions. Cyclic computing processes. Counting the sum of the series with a given accuracy.	seminar
5	NumPy package. Computing on arrays of the NumPy library	lecture
6	Files. I/O tabulated data.	seminar
7	Matplotlib library. Simple plots.	lecture
8	Numerical differentiation and integration of a table-specific function.	seminar

9	NumPy package. Discrete Fourier transform. Features of implementation. Shift DFT.	lecture
10	The use of the DFT for solving diffraction problems.	seminar
11	SymPy package. Symbolic solution of differential equations.	lecture
12	The combined use of symbolic and numerical mathematics.	seminar
13	Matplotlib package. 3D - plots. Animation.	lecture
14	Simulation of dynamic processes.	seminar
15	Using packages to accelerate Python programs.	lecture
16	Modeling diffraction in the near-field zone.	seminar

7. Рекомендованная литература:

1. Документация по NumPy and Scipy [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.scipy.org/doc/>
2. Шабанов П.А. "Научная графика в python" [Электронный ресурс]. URL: https://github.com/whitehorn/Scientific_graphics_in_python (31.08.2015).
3. Уэс МакКинни Python и анализ данных М.: ДМК Пресс, 482 с, 2015
4. Руководство пользователя MathPlotLib [Электронный ресурс]. URL: <https://matplotlib.org/users/index.html>

Textbooks:

1. Numpy and Scipy Documentation [e-book]. URL: <https://docs.scipy.org/doc/> [e-book]. URL: <https://docs.scipy.org/doc/numpy-1.3.x/numpy-ref.pdf>
2. Shabanov P. A., "Scientific graphics in Python" [e-book]. URL: https://github.com/whitehorn/Scientific_graphics_in_python (31.08.2015).
3. Wes McKinney, "Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython"
4. MathPlotLib User's Guide [e-book]. URL: <https://matplotlib.org/users/index.html>

8. Предварительно пройденные курсы, необходимые для изучения предмета:

Математический анализ, программирование

Course prerequisites:

Mathematical analysis, programming

9. Тип самостоятельных заданий (пожалуйста, приложите также несколько примеров):

- В курсе запланирован цикл лабораторных работ для иллюстрации и лучшего понимания основного материала курса, которые студенты самостоятельно выполняют в аудитории.

Assignments (please, attach a couple of examples):

- The course is scheduled for a cycle of laboratory work to illustrate and better understand the basic material of the course, which students independently perform in the classroom.

10. Как оценивается успеваемость по курсу:

Максимальное количество баллов за курс 100.

Максимальное количество баллов за лабораторные работы 80.

Практический курс состоит из восьми лабораторных работ. Максимальная оценка за каждую работу 10 баллов. Оценка складывается из оценки за правильность программного кода (максимум 5 баллов) и оценки по результатам собеседования по проделанной работе (максимум 5 баллов).

Максимальное количество баллов за финальный экзамен 20.

Grading policy:

The maximum number of points for the course 100.

The practical course consists of eight lab works. The maximum grade for each lab work is 10 points. The grade for the each lab work consists of the assessment for the correctness of the program code (maximum 5 points) and the assessment of the results of the interview on the work done (maximum 5 points).

The maximum number of points for the laboratory work 80.

The maximum number of points for the final exam 20.

11. Дополнительные комментарии:

Additional notes: