

**PYTHON В ДИСЦИПЛИНАХ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«КОМПЬЮТЕРНАЯ МАТЕМАТИКА И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ»**

**К. Г. Атрохов¹⁾, А. В. Кушнеров²⁾, О. А. Лаврова³⁾,
Д. Н. Чергинец⁴⁾, Н. Л. Щеглова⁵⁾**

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,
220030, Беларусь*

*¹⁾AtrokhauKG@bsu.by, ²⁾KushnerovAV@bsu.by, ³⁾LavrovaOA@bsu.by,
⁴⁾CherginetsDN@bsu.by, ⁵⁾Shcheglova@bsu.by*

В докладе представлены функциональные возможности языка программирования Python, как инструмента для решения математических и компьютерных задач, дополняющего системы компьютерной математики в математическом образовании. Обсуждаются задачи учебных дисциплин, которые реализуются с применением Python.

Ключевые слова: математические дисциплины; компьютерные дисциплины; компьютерная математика; язык программирования Python.

**PYTHON IN THE DISCIPLINES OF THE SPECIALITY
«COMPUTER MATHEMATICS AND SYSTEM ANALYSIS»**

**K. G. Atrokhau¹⁾, D. N. Cherginets²⁾, A. V. Kushnerov³⁾,
O. A. Lavrova⁴⁾, N. L. Shcheglova⁵⁾**

Belarusian State University, Niezavisimosti pr., Belarus, 220030

*¹⁾AtrokhauKG@bsu.by, ²⁾CherginetsDN@bsu.by, ³⁾KushnerovAV@bsu.by,
⁴⁾LavrovaOA@bsu.by, ⁵⁾Shcheglova@bsu.by*

The work presents the functionality of the Python programming language as a tool for solving mathematical and computer problems, complementing the systems of computer mathematics in mathematical education. The tasks of academic disciplines, that are implemented using Python, are discussed.

Keywords: mathematical disciplines; computer disciplines; computer mathematics; Python programming language.

Введение

Эффективное решение различных видов задач математического содержания основано не только на применении фундаментальных теоретических математических знаний, но и на использовании систем компьютерной математики, таких как: *Mathematica*, *MATLAB*, *Maple*, *MathCAD* и

др., как инструментов математика-теоретика для компьютерного сопровождения этапов исследования.

Примером интеграции математического знания с компьютерными математическими системами является инновационная дисциплина «Компьютерная математика», разработанная на механико-математическом факультете Белорусского государственного университета (БГУ) для студентов 1-го и 2-го курсов [1-5]. Язык программирования Python является высокоуровневым мультипарадигменным языком, и его возможности в поддержке процедурного, обобщенного, функционального, объектно-ориентированного программирования, а также наличие дополнительных библиотек для научных исследований позволяют его использовать в математическом образовании как инструмент, дополняющий системы компьютерной математики.

Ряд математических и компьютерных дисциплин специальности «Компьютерная математика и системный анализ» на механико-математическом факультете БГУ ориентирован на использование языка программирования Python в преподавании. Таковыми являются дисциплины первой ступени высшего образования: «Компьютерная математика» (2-ой семестр), «Введение в специальность» (раздел Основы алгоритмизации, 2-ой семестр), «Математические основы защиты информации» (3-ий и 4-ый семестры), «Прикладной системный анализ» (5-ый семестр), «Математические основы компьютерной графики» (5-ый семестр), «Базы данных» (5-ый и 6-ой семестры), «Метод конечных элементов» (7-ой семестр), а также дисциплины «Эволюционные алгоритмы», «Математические основы машинного обучения» для магистрантов.

Python является широко используемым языком программирования общего назначения, который активно применяется в различных предметных областях: разработка и использование технологий машинного обучения и искусственного интеллекта, разработка веб-приложений, программирование микроконтроллеров, программирование с использованием облачных технологий и др.

Идеология и инструменты Python позволяют решать как задачи классического программирования и разработки, так и научные задачи математического содержания, см., например, [6-8].

Функциональные возможности Python в преподавании математических и компьютерных дисциплин

Научное программирование на Python базируется на функциональных возможностях языка для символьных вычислений (библиотека

sumpy), работы с числовыми данными (numpy), построения изображений, визуализации графиков функций, данных (matplotlib), использования методов вычислительной математики (scipy), методов математической статистики (statistics) и др.

В частности, для численного решения задач математической физики может быть использована в учебном процессе платформа FEniCSx с интерфейсом на Python [9].

Python обладает широкими возможностями для преподавания основ алгоритмизации, а также для совершенствования навыков разработки, реализации и применения алгоритмов в различных предметных областях. Встроенные структуры данных: строки, списки, кортежи, словари, множества – являются оптимизированными по скорости обработки и гибкими для модификаций за счет объектно-ориентированной модели типов данных в языке. За счет открытого кода библиотек Python алгоритмы, разрабатываемые студентами на Python, могут быть верифицированы сравнением с реализациями от разработчиков. Студент также имеет возможность к применению на занятиях готовых алгоритмов, разработанных на Python для использования в реальных продуктах на производствах.

На текущий момент язык Python является стандартом для задач анализа данных, машинного обучения и искусственного интеллекта за счет многообразия библиотек для указанной предметной области [10].

С одной стороны, это библиотеки, которые поддерживают работу с данными: например, numpy для обработки и анализа числовых данных, pandas для обработки и анализа структурированных данных, а также mysql, sqlalchemy, pymongo для взаимодействия с базами данных различной архитектуры.

С другой стороны, это библиотеки с алгоритмами машинного обучения и нейронными сетями: scikit-learn, tensor-flow, keras, pytorch.

Перечисленные функциональные возможности Python позволяют изучать в рамках учебных дисциплин прикладные задачи математической статистики, нелинейной оптимизации, обработки и анализа данных, прогнозирования.

Задачи математических и компьютерных дисциплин, реализуемые с применением Python

Функциональные возможности языка Python позволяют решать задачи математического содержания на высоком уровне абстракции, сосре-

дотачиваясь на решаемой задаче, а не на технических аспектах реализации. Это способствует развитию навыков компьютерного и математического моделирования у студентов в различных предметных областях, а также формирует у студентов умения самостоятельного построения новых моделей и разработки новых алгоритмов.

Интерактивные блокноты Jupyter Notebook позволяют совмещать программирование на Python с визуализацией данных и оформлением дополняющей текстовой информации с применением языков разметки Markdown и LaTeX. Интерактивные блокноты Jupyter Notebook, созданные по образцу интерактивных блокнотов системы *Mathematica*, предоставляют еще одно эффективное автоматизированное рабочее место математика [3], которое стимулирует развитие исследовательских навыков у студентов и обучает студентов проводить научные исследования с применением программирования [11]. В свою очередь, среда разработки JupyterLab для работы с интерактивными блокнотами Jupyter Notebook является эффективным рабочим местом преподавателя, позволяя совмещать в одной среде процесс создания конспекта лекций, методических рекомендаций к лабораторным работам и презентаций с прямой интеграцией в учебные материалы исполняемого кода на Python.

Интеграция языка Python в математическое образование способствует углублению знаний и навыков студентов в области наиболее актуального языка программирования и формирует у студентов **универсальную компетенцию решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий**, а также **профессиональную компетенцию применять математический аппарат в интеграции с компьютерными средами для создания и исследования моделей различных уровней абстракции**.

Заключение

К важным преимуществам использования Python в преподавании компьютерных дисциплин относятся простота в изучении синтаксической модели языка, простота в написании программ и обширная функциональность языка, реализованная за счет многообразия библиотек. Важным для преподавателя является также то, что Python – это бесплатный язык программирования с открытым кодом, он является кроссплатформенным и имеет обширную справочную поддержку. Python оптимизирован для скорости разработки, поэтому решение прикладных задач в большинстве случаев реализуется быстро и просто. В настоящее время язык программирования Python активно интегрируется в компьютерные дисциплины в силу его популярности, распространенности, а также востребованности на

рынке труда специалистов в ИТ-сфере со знаниями и навыками использования Python. Востребованными на рынке труда также являются специалисты со знаниями и умениями решения наукоемких задач математического содержания с применением информационных технологий, что приводит к интеграции Python в математическое образование. Одним из преимуществ такой интеграции является потенциальная возможность дальнейшего включения разработанных на Python решений в промышленные крупные проекты с доведением проекта до готового продукта. Проектные решения эффективнее и легче реализуются и поддерживаются на Python, чем с помощью систем компьютерной математики. Формирование базовых навыков использования Python в различных предметных областях делает студентов математических специальностей более конкурентоспособными на рынке труда.

Библиографические ссылки

1. Голубева Л. Л. Компьютерная математика. Символьный пакет *Mathematica*: курс лекций. Минск: БГУ, 2005.
2. Голубева Л. Л., Малевич А. Э., Щеглова Н. Л. Компьютерная математика. Числовой пакет MATLAB: курс лекций. Минск: БГУ, 2007.
3. Голубева Л. Л., Малевич А. Э., Щеглова Н. Л. Компьютерная математика. Автоматизированное рабочее место математика: курс лекций. Минск: БГУ, 2008.
4. Голубева Л. Л., Малевич А. Э., Щеглова Н. Л. Компьютерная математика. Числовой пакет MATLAB: лабораторный практикум. Минск: БГУ, 2008.
5. Голубева Л. Л., Малевич А. Э., Щеглова Н. Л. Компьютерная математика. Символьный пакет *Mathematica*: лаб. практикум. В 2 ч. Минск: БГУ, 2012. Ч. 1.
6. Криволапов С. Я., Хрипунова М. Б. Математика на Python: учебник. Москва: Кнорус, 2022.
7. Седжвик Р., Уэйн К., Дондеро Р. Программирование на языке Python: учебный курс. Пер. с англ. СПб.: ООО Альфа-книга, 2017.
8. Любанович Б. Простой Python. Современный стиль программирования. Пер. с англ. СПб.: Питер, 2021.
9. Automated Solution of Differential Equations by the Finite Element Method / A. Logg, K.-A. Mardal, G. N. Wells et al. // Springer. – 2012.
10. Raschka S. Machine Learning in Python: Main Developments and Technology Trends in Data Science, Machine Learning, and Artificial Intelligence / S. Raschka, J. Patterson, C. Nolet // Information. – 2020. – №11 (4). P. 193.
11. Buteau C. University students turning computer programming into an instrument for ‘authentic’ mathematical work / C. Buteau, G. Gueudet, E. Muller, J. Mgombelo, A. Sacristan // International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. – 2019.