

УДК 378:004

## ПЕРВОЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО ЯЗЫКУ PYTHON С ИЗЛОЖЕНИЕМ ПРИЕМОВ КОДИРОВАНИЯ В СРЕДЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ MPI

(Рецензия на учебное пособие: Языки программирования. Python: решение сложных задач : учебное пособие для высшего образования / С. В. Борзунов, С. Д. Кургалин. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 192 с.)

Ю. К. Тимошенко

*Воронежский государственный университет*

Поступила в редакцию 7 июля 2023 г.

**Аннотация:** статья посвящена обзору нового учебного пособия для вузов, предназначенного для использования в процессе подготовки специалистов в области современных информационных технологий. Оно содержит базовые представления об алгоритмическом языке Python, методы решения различных типов задач, сведения о вычислениях в среде параллельного программирования MPI. Пособие направлено на формирование у студентов навыков применения математических методов, средств параллельного программирования и языка Python для решения наиболее сложных задач.

**Ключевые слова:** высшее образование, учебная литература, язык программирования Python, информационные технологии, высокопроизводительные вычисления, MPI.

**Abstract:** the article is devoted to a review of a new textbook for universities, designed for use in the process of training specialists in the field of modern information technologies. It contains basic ideas about the Python algorithmic language, methods for solving various types of problems, and information about supercomputing using MPI. The textbook is aimed at developing students' skills in applying mathematical methods, supercomputer tools and the Python language to solve the most complex problems.

**Key words:** higher education, textbooks, programming language Python, information technology, high performance computing, MPI.

Изучение в университетах как математических дисциплин, так и курсов, посвященных программированию, предполагает получение студентами специальных знаний и практических навыков решения разнообразных задач, что невозможно без создания учебной литературы, отвечающей современным требованиям подготовки специалистов в области информационных технологий (ИТ). Возникающие в настоящее время в научно-технической сфере и в прикладных областях объемные задачи требуют для своего решения разработки весьма сложных алгоритмов численных и символических расчетов. Для реализации таких алгоритмов используют, как правило, высокопроизводительные компьютерные системы (суперкомпьютеры), ориентированные на большую вычислительную работу и значительный объем обрабатываемых данных. Учебное пособие «Язы-

ки программирования. Python: решение сложных задач» авторов – заведующего кафедрой цифровых технологий факультета компьютерных наук Воронежского государственного университета, профессора С. Д. Кургалина и доцента той же кафедры С. В. Борзунова – как раз и относится к такому классу современной учебной литературы, который может обеспечить процесс постепенного превращения студента в период его обучения в университете в ИТ-специалиста высокого уровня.

В рецензируемом пособии представлены основы языка программирования Python, библиотеки для численных расчетов и визуализации данных, алгоритмы линейной алгебры, аналитической геометрии и дискретной математики. Оно формирует информационную связь между математическими алгоритмами решения сложных вычислительных задач и их реализацией на высокопроизводительных компьютерных системах. Большое количество детально разобранных примеров широкого

© Тимошенко Ю. К., 2023

диапазона сложности охватывает учебный материал из указанных выше разделов математики. В формулировках ряда заданий находит отражение предметная область информационно-коммуникационных технологий. Изложение ведется методически обоснованно, в последовательности от относительно простого к более сложному.

Пособие создавалось авторами на основе многолетнего опыта преподавания математических дисциплин и курсов программирования на факультете компьютерных наук при использовании в процессе обучения высокопроизводительных компьютерных систем, работающих в Суперкомпьютерном центре Воронежского государственного университета с 2002 года [1]. Книга входит в создаваемый авторами в последние годы цикл учебной литературы в области математики и информационных технологий (см., например, [2–6]) и служит поддержке и стимулированию педагогического творчества вузовских преподавателей. Это достигается путем особого отбора и специального расположения предлагаемого учебного материала. Авторам удалось соблюсти современные требования федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, представить в доступной форме достаточно сложный теоретический материал и наглядно продемонстрировать способы его применения на примерах и в задачах разной степени трудности.

Анализ предельно больших массивов данных требует не только использования известных ранее методов, но и ставит задачу разработки новых подходов и высокоэффективных алгоритмов. Как показывает история развития компьютерных наук, алгоритмы решения сложных задач можно реализовать с помощью различных систем программирования. Выбор именно языка Python в качестве инструмента исследователя обусловлен следующими факторами: универсальностью языка; наличием в нем широкого спектра библиотек численных алгоритмов; доступностью его синтаксиса и семантики для быстрого освоения студентами младших курсов вузов с минимальным опытом программирования.

Как известно, язык Python постоянно развивается, многие его реализации являются программным обеспечением с открытым кодом [7]. Все это дает основание полагать, что такой язык вполне подходит для разработки и анализа алгоритмов решения самых сложных задач.

Представленные в пособии алгоритмы и программы были проанализированы на эффективность и прошли детальную проверку. Тестирование программ проводилось на высокопроизводитель-

ном вычислительном кластере Суперкомпьютерного центра Воронежского государственного университета [8; 9], производительность которого по тесту LINPACK составляет 28 Тфлопс.

Кратко остановимся на содержании учебного пособия. Оно содержит базовые теоретические представления о синтаксисе и семантике алгоритмического языка Python, методы решения основных типов задач, формирует представления об операциях над матрицами, матричных алгоритмах, способах решения систем линейных алгебраических уравнений, геометрии на плоскости и в трехмерном пространстве. В нем даются необходимые сведения о вычислениях в среде параллельного программирования MPI.

Основную часть текста – теоретический материал, общие методы решения задач и детально проработанные примеры – содержат главы с первой по пятую. Каждая из этих глав завершается списком контрольных вопросов и задачами для самостоятельного решения. Заключительная шестая глава содержит ответы, указания и решения к задачам. Эта глава имеет достаточно большой объем, что связано с приведением во многих случаях подробных решений, как правило, с образцами программного кода.

Введение в синтаксис и семантику языка Python представлено в первой главе, где дается описание наиболее важных и часто используемых на практике функций стандартной библиотеки языка. Одна из важнейших библиотек численных методов NumPy подробно рассматривается во второй главе. В ней иллюстрируются методы работы с объектами NumPy, в частности, с одномерными и многомерными массивами, даны многочисленные примеры. Дополняют главу сведения о пакете SciPy, предназначенном для проведения сложных научно-технических расчетов. В качестве примеров численных расчетов выбираются типичные и важные для приложений вычислительные задачи (например, исследована эволюция динамической системы Лоренца). Третья глава содержит классические алгоритмы линейной алгебры и варианты их реализаций на языке Python. Помимо методов решения систем линейных алгебраических уравнений в этой главе содержатся сведения о методах вычислений на эллиптических кривых, которые, что очень важно, лежат в основе многих современных криптографических алгоритмов. Далее в четвертой главе приводится описание библиотеки Matplotlib, предоставляющей широкие возможности для визуализации данных. В качестве примеров приводятся программы генерации серий фигур Лиссажу, спирали Корню и т.п. Крайне важная пятая глава «Высокопроизводительные

вычисления с использованием Python» должна способствовать более глубокому пониманию принципов применения методов линейной алгебры и аналитической геометрии. В ней даются примеры реализации таких методов для решения сложных научно-технических и иных задач. В этой главе также продемонстрированы способы организации параллельных вычислений в рамках стандарта передачи сообщений MPI [10]. Развернутые решения к большинству задач приведены в заключительной – шестой – главе. Представленные в ней образцы программного кода помогают формированию базовых навыков использования средств языка Python у читателей с небольшим опытом программирования. В приложении содержится справочная информация о часто встречающихся конечных суммах, а в примерах и решениях задач нередко ссылки на формулы из приложения. В заключительной части книги находятся подробный список литературы, именной и предметный указатели.

Учебное пособие «Языки программирования. Python: решение сложных задач» предназначено для студентов, аспирантов, научных работников и преподавателей вузов. Оно может быть использовано в учебном процессе вуза для проведения как практических и лабораторных занятий, так и лекционных. Высокий, но вполне доступный уровень задач и упражнений позволяет использовать пособие и для самообразования. Современные технологии программирования дают возможность реализовывать сколь угодно сложные алгоритмы обработки и анализа данных, а изложенные в книге методы будут способствовать развитию навыков решения сложных задач с помощью языка Python. Пособие ориентировано на практическое применение знаний и на формирование компетенций у обучающихся в области создания алгоритмов реальных вычислительных задач. В нем использован подход «от простого к сложному», поэтому его можно применять для системы непрерывного образования и при реализации концепции «Образование в течение всей жизни» (Lifelong Learning).

*Воронежский государственный университет  
Тимошенко Ю. К. – доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры математического и прикладного анализа факультета прикладной математики, информатики и механики*

*E-mail: ykt\_webmail@list.ru*

*Тел.: 8 (473) 278-97-63*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Запрягаев С. А. Высокопроизводительный вычислительный кластер в учебном процессе Воронежского государственного университета / С. А. Запрягаев, С. Д. Кургалин // Математика. Компьютер. Образование : тезисы X Междунар. конф., Пушкино, 20–25 янв. 2003. – Ижевск : Науч.-изд. центр «Регулярная и хаотическая динамика», 2003. – Вып. 10. – С. 26.
2. Борзунов С. В. Суперкомпьютерные вычисления: практический подход / С. В. Борзунов, С. Д. Кургалин. – Санкт-Петербург : БХВ, 2019. – 256 с.
3. Борзунов С. В. Задачи по дискретной математике с алгоритмами на Python / С. В. Борзунов, С. Д. Кургалин. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022. – 592 с.
4. Kurgalin S. D. The Discrete Math Workbook : a Companion Manual for Practical Study / S. D. Kurgalin, S. V. Borzunov. – Springer International Publishing, Cham, 2018. – xiii, 485 p. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35677680>. – DOI: 10.1007/978-3-319-92645-2.
5. Kurgalin S. D. Algebra and Geometry with Python / S. D. Kurgalin, S. V. Borzunov. – Springer, 2021. – xvi, 425 p. – DOI: 10.1007/978-3-030-61541-3.
6. Kurgalin S. D. The Discrete Math Workbook : A Companion Manual Using Python / S. D. Kurgalin, S. V. Borzunov. – Springer, 2020. – xvii, 500 p. – DOI: 10.1007/978-3-030-42221-9.
7. Маккини У. Python и анализ данных: первичная обработка данных с применением pandas, NumPy и IPython / У. Маккини. – Москва : ДМК Пресс, 2020. – 540 с.
8. Кургалин С. Д. Суперкомпьютерные технологии в Воронежском государственном университете / С. Д. Кургалин, С. В. Борзунов // Вестник Воронежского государственного университета. Сер.: Проблемы высшего образования. – 2018. – № 3. – С. 183–187.
9. Кургалин С. Д. Using the resources of the Supercomputer Center of Voronezh State University in learning processes and scientific researches / С. Д. Кургалин, С. В. Борзунов // Труды международной конференции «Суперкомпьютерные дни в России», Москва, 24–25 сентября 2018 г. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 2018. – С. 972–977.
10. Воеводин В. В. Параллельные вычисления / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2015. – 608 с.

*Voronezh State University  
Timoshenko Yu. K. – Dr. Habil. in Physics and Mathematics, Professor, Professor of the Department of Mathematical and Applied Analysis, Faculty of Applied Mathematics, Informatics and Mechanics  
E-mail: ykt\_webmail@list.ru  
Tel.: 8 (473) 278-97-63*