

А. В. Мареев¹, И. Е. Дорогова^{1}*

Освоение навыков программирования на Python в рамках профессиональных дисциплин

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация

*e-mail: inna_dorogova@mail.ru

Аннотация. Статья предназначена для преподавателей, рассматривающих возможности внедрения элементов изучения языка Python в учебный процесс в рамках преподаваемых дисциплин. Предлагается способ знакомства с языком программирования Python непосредственно при выполнении расчетно-графических работ. Способ предполагает отсутствие или невысокий уровень навыков программирования как у обучающихся, так и у преподавателя. Приведен минимальный набор начальных навыков и вводных инструкций для выполнения расчетно-графических работ средствами языка Python, рассмотрены наиболее удобные сервисы для работы с кодом и полезные библиотеки. Метод опробован при проведении занятий по нескольким дисциплинам кафедры космической и физической геодезии, в работе приведены некоторые результаты, положительные эффекты и недостатки. Также в статье рассмотрены открытые базы данных для научных и инженерных исследований, содержание которых может быть использовано в качестве тренировочного материала для практических и проектных работ.

Ключевые слова: учебный процесс, расчетно-графические работы, Python, навыки программирования

A. V. Mareev¹, I. E. Dorogova^{1}*

Mastering Python programming skills in professional disciplines

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

*e-mail: inna_dorogova@mail.ru

Abstract. The article is intended for teachers considering the possibility of introducing elements of learning Python language into the educational process within the framework of the taught disciplines. A way to get acquainted with the Python programming language directly when performing computational and graphical work is proposed. The method assumes the absence or low level of programming skills of both students and the teacher. The minimum set of initial skills and introductory instructions for performing computer graphics work using Python are given, the most convenient services for working with code and useful libraries are considered. The method has been tested during classes in several disciplines of the Department of Space and Physical Geodesy, the paper presents some results, positive effects and disadvantages. The article also discusses open databases for scientific and engineering research, the content of which can be used as training material for practical and design work.

Keywords: educational process, calculation-graphic exercises, Python, programming skills

Введение

Для повышения интеграции учебных курсов вуза важно выбрать оптимальные программные инструменты и способы выполнения расчетно-графических

работ (РГР). Расчетная часть некоторых практических работ в СГУГиТ по-прежнему выполняется студентами вручную, либо с использованием электронных таблиц (программа Microsoft Excel и т.п.). Навыки ручного счета и использования электронных таблиц важны для современного инженера, но очевидно, что навыки программирования не менее значимы. Цель публикации заключается в привлечении внимания сотрудников университета к проблеме внедрения в учебный процесс языков программирования.

Основным языком программирования для инженерных расчетов долгое время считался Matlab. Однако значимость свободных аналогов Matlab возросла за прошедшее десятилетие. Об этом свидетельствует рост цитируемости публикаций, связанных с библиотеками свободного кода. Таким образом, Python становится важнейшим инструментом для инженеров и исследователей. Специализированные (профессиональные) программные продукты со свободным кодом становятся все более распространенными и востребованными при решении научных и производственных задач, повышается востребованность навыка чтения кода. При помощи открытых алгоритмов обучающиеся могут дополнительно изучать подробности вычислительных процедур специализированных программ, а в последствии могут расширять их функциональные возможности.

Внедрение профессиональных учебных курсов с использованием Python значимы для специальностей группы наук о Земле по следующим причинам. Во-первых, в последние годы науки о Земле становятся областями активного применения технологий анализа больших данных (big data analysis) [4]. Объемы координатно-временной и навигационной информации постоянно увеличиваются, часть данных приобретает непрерывный или потоковый характер. Растут также объемы данных, которые инженер-геодезист собирает в ходе полевых работ. При этом одними из наиболее востребованных инструментов анализа больших данных являются библиотеки Pandas и Geopandas для языка программирования Python [2]. Следовательно, отсутствие у инженеров навыков использования Python в области анализа больших данных снизит их конкурентоспособность на рынке труда в ближайшем будущем.

Во-вторых, анализ больших данных востребован не только в науках о Земле. Навыки анализа больших данных универсальны. Выпускники СГУГиТ смогут расширить сферы своего потенциального трудоустройства при наличии квалификации аналитика больших данных. Университет при этом сможет привлекать большее количество абитуриентов, предлагая навыки универсальной специальности и широкий спектр сфер для будущей профессиональной деятельности.

Общие рекомендации по внедрению Python в расчетно-графические работы

Преподаватели регулярно сталкиваются с дефицитом времени на совершенствование учебного процесса и, как следствие, с отсутствием возможности повышения квалификации, например, в области программирования. Поэтому предлагается следующий способ внедрения языка программирования Python в учебный процесс при выполнении практических расчетно-графических работ:

производить совместное обучение программированию преподавателя и студентов в рамках аудиторных занятий. То есть, педагог практикует схему совместного выполнения расчетно-графических работ с использованием библиотек языка программирования Python, при этом преподаватель должен:

- объяснять мотивацию к внедрению Python как в учебном процессе в целом, так и для каждой конкретной задачи;

- мотивировать студентов возможностью знакомства с процедурами анализа больших данных;

- сообщить студентам об отсутствии квалификации у педагога для глубокого понимания всех процедур Python, и как следствие, возможности ошибок (обычно факт отсутствия квалификации и совместное освоение языка имеет также положительный мотивирующий эффект, педагог «заражает» собственным примером);

- дать студентам право выбора иной платформы для выполнения расчетно-графических работ (например, Mathcad или электронные таблицы).

Замена ручного счета или электронных таблиц методами Python не вызовет больших трудностей у преподавателя, так как:

- большая часть расчетных работ сопровождается подробными алгоритмами;

- алгоритмы расчетных работ, в основном, содержат несложные циклы и условия;

- для всех основных вычислительных процедур и операций существуют классы и методы из бесплатных библиотек Python. Исчерпывающий набор основных арифметических операций, действий над матрицами, а также функций математической статистики можно найти в стандартных библиотеках, которые будут рассмотрены ниже;

- для востребованных методов библиотек Python существует множество примеров использования на русском языке.

Тем не менее, преподаватель должен снабдить обучающихся некоторым минимальным набором вводных инструкций, который включает:

- 1) получение доступа к платформе, на которой следует выполнять РГР;

- 2) выполнение элементарных операций с помощью выбранной преподавателем платформы (запуск исполняемого кода);

- 3) выполнение импорта необходимых библиотек в среду Python;

- 4) инициализация переменных;

- 5) инициализация функций;

- 6) вывод результатов вычислений в терминал.

Как показывает практика, на приобретение этих начальных навыков уходит не так много времени преподавателя и обучающихся. Вводную информацию по операциям и процедурам можно найти по следующим ссылкам [10,11,17].

Сервисы, библиотеки и ресурсы для выполнения расчетно-графических работ с помощью Python

Python – кроссплатформенный язык программирования и может исполняться на устройстве под управлением любой операционной системы. Однако для учебного процесса существуют специализированные сервисы:

- Jupiter Notebook;
- Google Colab;
- Github Gists.

Указанные сервисы объединяют возможности ввода исполняемого кода, вывода исполненного кода, отображения поясняющей текстовой и графической информации. Для ведения учебного процесса рекомендуем использовать сервис Google Colab [6]. Сервис не требует специальных настроек среды выполнения. Google Colab доступен пользователям из браузера при наличии учетной записи Google. Сервис является условно-бесплатным, бесплатных функций Colab достаточно для выполнения РГР, нетребовательных к объему вычислений, а также решения многих задач за рамками учебного процесса. Фрагмент странички сервиса Google Colab представлен на рисунке.

The screenshot shows the Google Colab interface with three main sections:

- Code Cell:** Contains Python code for generating a contour plot. The code defines parameters for a 2D grid (L, B, X, Y, Z) and uses `plt.contourf` to plot the error of interpolation. The plot is titled "Ошибка интерполирования" and has axes labeled "Долгота, угловая минута" (Longitude, angular minute) and "Широта, угловая минута" (Latitude, angular minute).
- Output Cell:** Displays the resulting contour plot. The plot shows diagonal bands of color representing different error levels. A legend on the right indicates error ranges in centimeters: 0.0 - 0.5 см (dark purple), 0.5 - 1.0 см (purple), 1.0 - 1.5 см (dark blue), 1.5 - 2.0 см (blue), 2.0 - 2.5 см (teal), and 2.5 - 3.0 см (light green).
- Text Cell:** Contains a comment in Russian: "Изучим изменение величины ошибки интерполирования в зависимости от скорости изменения параметров интерполирования (поправок) dB или dL. Рассмотрим случай, когда параметры меняются только в двух узлах z10 и z01." (We will study the change in the magnitude of the interpolation error depending on the rate of change of the interpolation parameters (corrections) dB or dL. We will consider the case when the parameters change only in two nodes z10 and z01.)

Рисунок. Фрагмент интерфейса сервиса Google Colab

Существует аналогичный российский сервис Datasphere от компании Яндекс [12]. Datasphere предназначен для проведения анализа больших данных с использованием технологии машинного обучения. В составе этого сервиса также есть интегрированный Jupiter Notebook, имеющий схожую функциональность с Google Colab.

При необходимости запуска исполняемого кода с использованием консольных программ, рекомендуется использовать интегрируемую среду разработки (IDE) Pycharm Edu от компании JetBrains [9]. В IDE есть сервис подсказок и рекомендаций к написанию кода, которые генерируются в процессе программирования с помощью специализированных нейросетей. Использование такой среды разработки полезно на начальном этапе обучения. Однако IDE требуется предустанавливать, а виртуальную среду Python дополнительно настраивать, что следует отнести к недостаткам.

Google Colab удобен в составе сервисов дистанционного обучения. Он интегрирован в Google Classroom. Преподаватель может получать доступ к написанной студентом программе с помощью Colab через Classroom. Также педагог получает возможность рецензирования и оценки программы. Это упрощает коммуникацию со студентами в процессе обсуждения разрабатываемого кода (code review). О возможностях использования Google Classroom для проведения учебного процесса при дистанционном обучении можно прочитать в статье [3].

Для выполнения расчетных работ вероятнее всего понадобится следующий набор библиотек языка Python:

- Numpy (матричные операции, линейная алгебра);
- Scipy (библиотека функций для научных исследований, включающая библиотеки для проведения статистического анализа, решения дифференциальных уравнений, обработки сигналов и т.д.);
- Simpy (библиотека символьных вычислений);
- Matplotlib (библиотека для вывода чертежей, графиков и диаграмм);
- Pandas (библиотека инструментов анализа больших данных);
- Rumar3d (библиотека геодезических функций).

Важное значение для учебного процесса также имеют данные, которые можно использовать для расширения возможностей расчетно-графических работ. Существуют открытые репозитории (хранилища) для баз данных научной информации. Преподавателям можно рекомендовать базу данных для машинного обучения Kaggle [13], открытую базу данных для научных и инженерных исследований OSF [15]. В OSF можно найти открытые данные, относящиеся к области наук о Земле. Эти репозитории служат хранилищем информации, связанной с публикациями в рецензируемых научных журналах. Таким образом, преподаватель может получить не только доступ к открытым данным, но и кейсы для разработки индивидуальных заданий, а также материалы для совершенствования практикумов.

Язык программирования Python отличается от других наличием большого количества учебно-методических материалов. В интернете можно отыскать материалы на русском языке, в том числе бесплатные курсы по основам языка программирования [8]. Данные курсы и материалы можно отнести к самостоятельной части работы обучающихся. Рекомендуем следующий набор открытых курсов по основам библиотек: numpy [14], pandas [16], scipy [7].

Результаты внедрения Python в курсы некоторых профессиональных дисциплин

Описанный способ внедрения языка программирования Python в расчетно-графические работы используется авторами статьи в течение четырех последних учебных семестров при проведении занятий по дисциплинам «Физика Земли и атмосферы», «Космическая геодезия и геодинамика», «Математическая обработка и анализ результатов геодезических измерений». В качестве примера предлагается скрипт для выполнения практического задания 1 по дисциплине «Космическая геодезия и геодинамика» [18]. Скрипт разработан студентом четвертого курса, не имевшего опыта программирования. Также по ссылке можно найти и текст практического задания, в котором описан алгоритм выполнения работы.

Язык программирования Python позволяет быстро внедрять в учебный процесс новые данные, новые методы и подходы к обработке. Внедрение нового метода обработки статистических данных на практике будет выглядеть как введение нескольких дополнительных строчек кода в скрипт решения РГР. Таким образом, преподаватель сможет непрерывно обновлять содержание РГР и повышать их качество, не расходуя на это много времени. В качестве источника информации о новых подходах к обработке данных с помощью Python преподаватель может использовать профессиональные YouTube каналы, например [5].

Еще один любопытный прием был использован при проведении практических занятий по дисциплине «Методы искусственного интеллекта и математического моделирования в геодезии». Практические работы по этой дисциплине могут выполняться при помощи любых, доступных обучающемуся, вычислительных средств, за исключением последней работы, в которой предлагается решить аналогичные задачи с помощью средств языка Python. Такой подход позволяет обучающимся сравнить возможности различных инструментов на практике и понять, в каких ситуациях для решения задачи рационально использовать тот или иной вычислительный инструмент.

При помощи инструментов Python также можно значительно расширить возможности проектного обучения. Уникальные кейсы преподаватель может формировать на основе баз данных OSF, Kaggle. Студентов можно дополнительно мотивировать на выполнение уникальных кейсов возможностью опубликования результатов исследования в печатных изданиях. В качестве примера такого проекта предлагается кейс прогноза движения пунктов ФАГС с помощью технологии машинного обучения [1]. В данном скрипте студентам предоставляется доступ к архиву решений методом PPP для пунктов ФАГС и IGS, располагающихся на территории Российской Федерации. Предполагается, что на основе этой базы данных, открытых данных дистанционного зондирования и методов машинного обучения можно строить разнообразные проекты для студенческих работ. Целью каждого небольшого проекта будет поиск факторов, влияющих на движение пунктов спутниковой геодезической сети.

Заключение

По результатам внедрения языка программирования Python для выполнения расчетно-графических работ при практических занятиях можно сформулировать следующие выводы:

– повышается общая мотивация студентов к выполнению расчетно-графических работ. Студенты понимают, что получают не только специальные практические навыки, но и универсальные навыки программирования, повышающие их конкурентоспособность как будущих соискателей. Большинство охотно соглашается опробовать выполнение расчетных работ с помощью незнакомого для них языка программирования Python;

– появляются новые возможности интеграции в расчетно-графические работы дополнительной информации и визуализации результатов РГР;

– студенты успевают выполнить весь объем расчетно-графических работ в отведенное время несмотря на отсутствие навыков программирования на Python.

Среди недостатков предложенного способа можно выделить следующие:

– отслеживать самостоятельность выполнения работ обучающимися труднее, чем при выполнении РГР с помощью других вычислительных средств;

– преподаватель не может предоставить обучающимся примеры лучших практик написания кода из-за отсутствия необходимой квалификации, и, как следствие, не может предоставить квалифицированной редакции кода программы. Это слабое место способа, для разрешения этой трудности необходимо искать новые способы и инструменты. Предположительно, можно использовать специальные IDE и сервисы машинного обучения, например ChatGPT для получения квалифицированных подсказок.

В целом опыт внедрения Python при выполнении расчетно-графических работ можно оценивать как положительный. Способ можно рекомендовать к применению профессорско-преподавательскому составу СГУГиТ. Внедрение инструментов свободных библиотек Python для научных и инженерных расчетов позволит повысить согласованность дисциплин, престиж и качество учебного процесса в университете. Также полезно было бы разработать для вуза базу собственных датасетов, которые могут быть доступны обучающимся через учебную платформу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ML_GNSS_TimeSeries_Prediction.ipynb 262588213843476 – ML_GNSS_TimeSeries_Prediction.ipynb. GitHub Gist: instantly share code, notes, and snippets. – URL: <https://gist.github.com/ArtemMareev/2cc3f96a9c40d237637bdcd443c274df> (дата обращения: 26.02.2023) – Текст: электронный.

2. Morra, G. Pythonic Geodynamics : Lecture Notes in Earth System Sciences / G. Morra – Cham: Springer International Publishing, 2018. p.– ISBN 978-3-319-55680-2. – Text : direct.

3. Мареев, А. В. Поиск подходов и инструментария для повышения эффективности дистанционного обучения / А.В. Мареев, И.Е. Дорогова – Text : direct // Актуальные Вопросы Образования. 2022. № 1.

4. Тиховецкий, С. Геофизика: новые задачи и возможности / С. Тиховецкий – Text : direct // Наука и жизнь. 2023. № 1.

5. Computer Science Center. – URL: <https://www.youtube.com/> (дата обращения: 26.02.2023) – Текст: электронный.
6. Google Colaboratory. – URL: <https://colab.research.google.com/> (дата обращения: 26.02.2023) – Текст: электронный.
7. Библиотека SciPy: математические функции на примерах. – URL: <https://pythonru.com/biblioteki/scipy-python> (дата обращения: 26.02.2023) – Текст: электронный.
8. Добрый, добрый Python - обучающий курс от Сергея Балакирева. – URL: <https://stepik.org/course/100707/promo?auth=registration> (дата обращения: 26.02.2023) – Текст: электронный.
9. Изучайте Python в PyCharm. – URL: <https://www.jetbrains.com/ru-ru/pycharm-edu/> (дата обращения: 26.02.2023) – Текст: электронный.
10. Метод экземпляра класса в Python.– URL: <https://docs-python.ru/tutorial/klassy-jazyke-python/metod-ekzempljara-klassa/> (дата обращения: 26.02.2023) – Текст: электронный.
11. Самоучитель Python - Переменные – Переменные в Python. Объявление, инициализация и типы данных. – URL: <https://forproger.ru/tutorial-article/peremennye-v-python> (дата обращения: 26.02.2023) – Текст: электронный.
12. Datasphere – Сервис для ML-разработки, объединяющий наиболее востребованные инструменты и ресурсы для машинного обучения – от эксперимента до запуска готовой модели в эксплуатацию. – URL: <https://datasphere.yandex.ru> (дата обращения: 26.02.2023) – Текст: электронный.
13. Kaggle: Your Machine Learning and Data Science Community. – URL: <https://www.kaggle.com/> (дата обращения: 26.02.2023) – Текст: электронный.
14. NumPy | Python 3 для начинающих и чайников. – URL: <https://pythonworld.ru/numpy> (дата обращения: 26.02.2023) – Текст: электронный.
15. OSF | Home. – URL: <https://osf.io/dashboard> (дата обращения: 26.02.2023) – Текст: электронный.
16. Введение в pandas: анализ данных на Python. – URL: <https://khashtamov.com/ru/pandas-introduction/> (дата обращения: 26.02.2023) – Текст: электронный.
17. Работа с модулями: создание, подключение инструкциями import и from | Python 3 для начинающих и чайников. – URL: <https://pythonworld.ru/osnovy/rabota-s-modulyami-sozdanie-podklyuchenie-instrukciyami-import-i-from.html> (дата обращения: 26.02.2023) – Текст: электронный.
18. Скрипт по первой практической работе для дисциплины космическая геодезия и геодинамика.ipynb. – URL: <https://gist.github.com/ArtemMareev/be58bbb392ccf3c52ed9e1e0abfe9733> (дата обращения: 26.02.2023) – Текст: электронный.

© А. В. Мареев, И. Е. Дорогова, 2023