

УДК 004.51

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ JUPYTER NOTEBOOK В КАЧЕСТВЕ
УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ И
ПРОЦЕССОВ В ИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИНАХ**

Анатолий Иванович Бутенко

доктор сельскохозяйственных наук,

профессор

but_tolik@mail.ru,

Андрей Александрович Кулешов

студент

andreyka6897@gmail.com,

Тонлеу Рушие Шанел Нгуефаск

студент

ruchie.nguefack@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются достоинства использования среды разработки Jupyter Notebook для создания интерактивных пособий с проведением вычислений и визуализацией результатов.

Ключевые слова: язык программирования Python, среда разработки Jupyter Notebook, язык разметки Markdown.

При изучении инженерных дисциплин приходится работать с текстом, содержащим математические формулы, возникает необходимость сделать какие-то расчеты, построить графики. Очень полезным инструментом в этом случае будет Jupyter Notebook.

Jupyter Notebook - интерактивная веб-оболочка для языка программирования Python, которая позволяет объединить код, текст с формулами в LaTeX и изображения. Язык Python получил широкое распространение благодаря своей простоте, наличию большого количества библиотек и бесплатности всего программного обеспечения. Как установить Jupyter Notebook можно прочитать в интернете, например, в [1].

Для Python существует много интегрированных сред разработки (IDE), но уникальность Jupyter Notebook в качестве IDE состоит в том, что в одном файле можно текстом и формулами пояснять ход решения какой-то задачи. Здесь же делать с помощью кода Python расчеты, которые могут быть очень сложными, например, решать систему дифференциальных уравнений. А результаты проиллюстрировать красивым графиком.

Каким образом в обыкновенном браузере добиваются такой функциональности, которая в нем не предусматривалась? При запуске Jupyter Notebook на компьютере создается локальная вычислительная сеть (Рисунок 1).

Сначала пользователь взаимодействует с браузером, после чего на сервер Notebook отправляется запрос. Это может быть запрос HTTP или WebSocket. Особенность соединения WebSocket, установленного между клиентом и сервером, заключается в том, что данные могут отправляться друг другу в любое время и в любом объёме, не подвергая систему ненужной нагрузке, вызываемой использованием традиционных HTTP-запросов.

Если код пользователя должен быть выполнен, сервер ноутбука отправляет его ядру. Между сервером и ядром используется библиотека обмена сообщениями ZeroMQ, которая позволяет делать некоторые асинхронные операции ввода/вывода. В обычных синхронных системах задачи обрабатываются по одной за раз. Задача считается не обработанной, пока

процесс ее обработки не закончен. Это самый простой способ организации работы. Асинхронный ввод/вывод позволяет программе продолжить выполнение, поставив в очередь необработанные запросы.

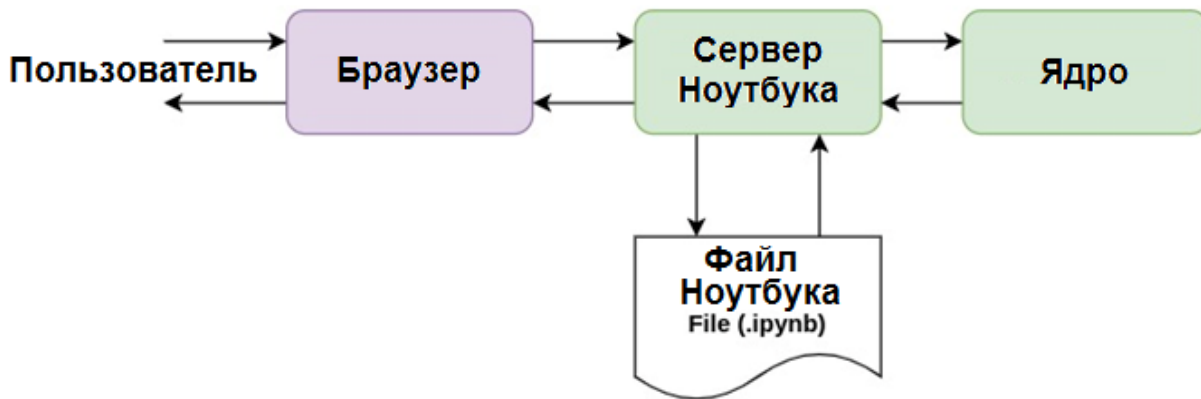


Рисунок 1- Локальная вычислительная сеть для работы Jupyter Notebook в браузере

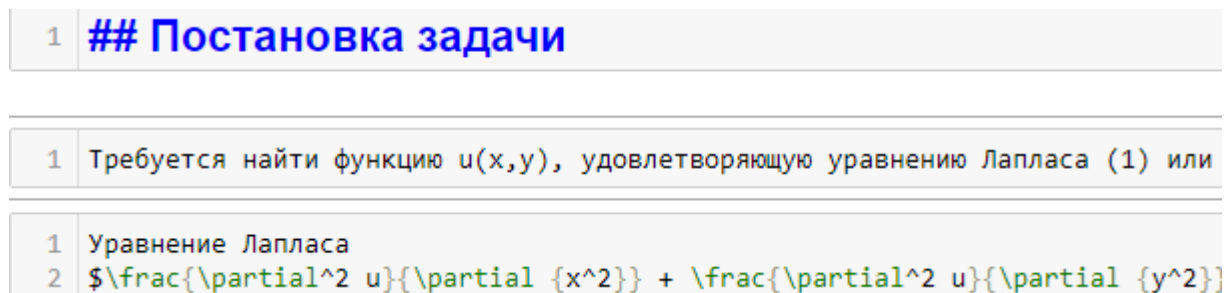
Сервер сохраняет результаты на диске в виде файла JSON с расширением `.ipynb`. Этот файл содержит код, выходные данные и примечания в формате markdown. Такие файлы называют тетрадками, записными книжками или блокнотами Jupyter. Их можно открыть и работать с ними только в Jupyter Notebook.

В Jupyter Notebook рабочее пространство состоит из ячеек, которых может быть произвольное количество, а каждая ячейка может содержать произвольное количество строк. Каждая ячейка может находиться в четырех состояниях: Code, Markdown, Raw NBConvert, Heading. Обычно используют первые два – Code и Markdown. В состоянии Code пишутся команды на языке Python (поддерживаются также языки R, Julia и Scala.) и выполняются расчеты, а в состоянии Markdown можно писать пояснительный текст с формулами на языке LaTeX. Этот язык считается высококачественной системой набора и вёрстки для обмена и публикации научных документов. Чтобы математикам можно было при подготовке статей кодировать формулы доступными для печатной машинки символами, в конце 1970-х легендарный учёный в области

информатики Дональд Кнут разработал специальный язык TeX. В начале 1980-х другой выдающийся учёный в области информатики Лесли Лэмпорт расширил TeX и создал LaTeX (добавив к названию первые две буквы своей фамилии).

Издательские системы по файлам с разметкой LaTeX генерируют высококачественный текст с формулами и записывают его обычно в PDF файлах. Таблицы символов этого языка легко найти в интернете.

На рисунке 2 показаны ячейки в режиме редактирования и после запуска.



а)

Постановка задачи

Требуется найти функцию $u(x,y)$, удовлетворяющую уравнению Лапласа (1) или

$$\text{Уравнение Лапласа } \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 \quad (1)$$

б)

Рисунок 2 - Фрагмент поля с ячейками в режиме редактирования а); эти же ячейки после их запуска кнопкой Run б).

Знаком # - шарп задают самый крупный размер шрифта. При добавлении еще таких знаков размер уменьшается. При трех символах размер сравняется с обычным текстом. Формула в LaTeX отделяется с двух сторон знаком \$. После запуска ячейки кнопкой Run происходит форматирование текста и отображение формул.

Для визуализации результатов в Python, а значит и в Jupyter Notebook созданы библиотеки с очень развитыми изобразительными инструментами. Самая популярная библиотека Python— Matplotlib. Ее обычно используют, если

не предъявляется повышенных требований к рисунку. Основанная на Matplotlib библиотека Seaborn, предлагает высокоуровневые интерфейсы и настраиваемые темы для создания потрясающей статистической графики на основе набора данных. В отличие от Seaborn, Bokeh не зависит от Matplotlib.

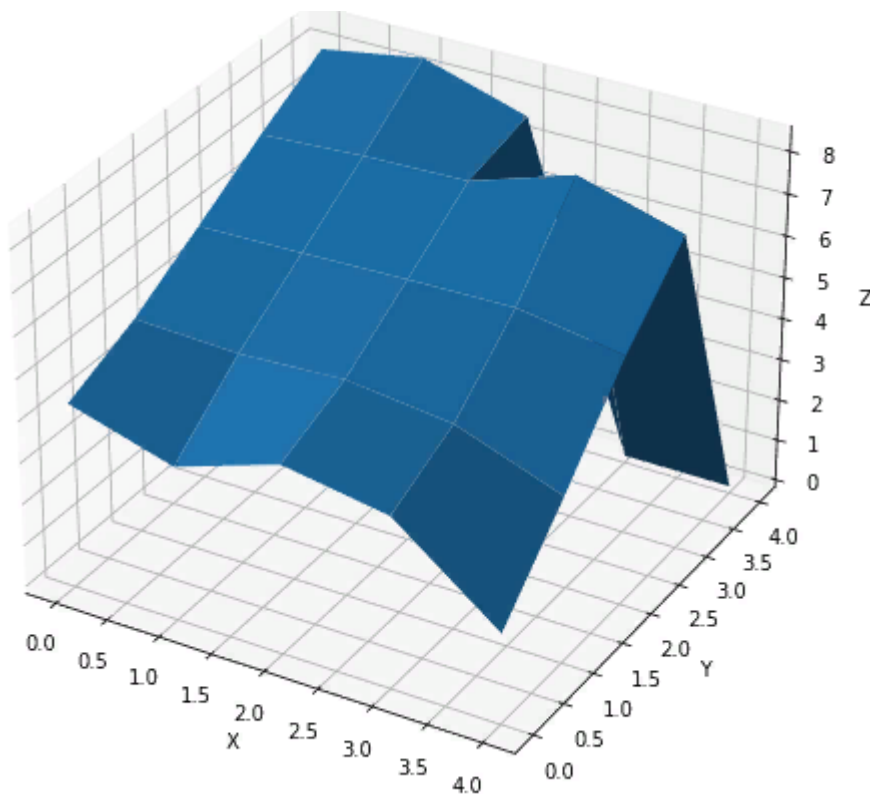


Рисунок 3 - Поверхность численного решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа в прямоугольнике.

Основная область его применения — веб. В ней можно создавать интерактивные веб-графики. Визуально графики, построенные при помощи Bokeh, выглядят привлекательнее, чем в предыдущих двух случаях. В библиотеке Plotly доступно огромное количество типов графиков и инструментов для отображения. Здесь мы можем создавать интерактивные графики так же, как Bokeh, но с дополнительными графиками, такими как контурные графики, 3D-диаграммы и дендрограммы. Plotly также распознает события наведения указателя мыши и щелчка курсора, что делает Plotly уникальной библиотекой с графикой и JavaScript.

На рисунке 3 в Matplotlib представлено изображение поверхности численного решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа.

Преимущества Jupyter Notebook при использовании в качестве учебного пособия:

- прослеживание работы каждой ячейки позволяет лучше понять решение всей задачи;
- записи формул в режиме редактирования позволяют быстро освоиться с написанием подобных формул;
- можно экспериментировать, изменяя код ячейки или значения параметров и прослеживая изменение результата;
- можно отслеживать визуально результаты расчетов на графиках и диаграммах в интерактивном режиме.

Недостаток только один – просмотр и работа с блокнотами возможна только при установленных на компьютере Python и Jupyter Notebook. Если учесть, что эти программы свободно распространяются и легко устанавливаются, то этот недостаток не такой ограничительный.

Список литературы:

1. Что такое Jupyter Notebook и как его установить?// <https://toadmin.ru/что-такое-jupyter-notebook-и-как-его-установить/>

UDC 004.51

USING THE JUPYTER NOTEBOOK AS A TRAINING TOOL FOR MODELING OBJECTS AND PROCESSES IN ENGINEERING DISCIPLINES

Anatoly I. Butenko

doctor of agricultural sciences, professor

but_tolik@mail.ru

Andrey A. Kuleshov

student

andreyka6897@gmail.com,

Tonleu R. C. Nguetask

student

ruchie.nguefack@yandex.ru

Michurin State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article discusses the benefits of using the Jupyter Notebook development environment to create interactive tutorials with calculations and visualization of the results.

Keywords: Python programming language, Jupyter Notebook development environment, Markdown markup language.

Статья поступила в редакцию 05.09.2023; одобрена после рецензирования 16.10.2023; принята к публикации 27.10.2023.

The article was submitted 05.09.2023; approved after reviewing 16.10.2023; accepted for publication 27.10.2023.