

УДК 004.94

Применение средств и библиотек языка Python для разработки прикладной программы расчета паровой турбины

Ганков Максим Сергеевич

gankovms@student.bmstu.ru

Ильичев Владимир Юрьевич

ilyichev.vyu@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Тема разработки прикладных программ для проведения различных расчетов является одной из актуальных задач науки и техники. Рассмотрена возможность применения языка программирования Python и его модулей для решения прикладной задачи — расчета многоступенчатой паровой турбины при помощи библиотеки теплофизических свойств CoolProp. Продемонстрированы возможности применения программных средств к задаче, решение которой в настоящий момент нецелесообразно проводить без применения современных языков программирования.

Ключевые слова: язык Python, прикладная программа, модуль CoolProp, паровая турбина

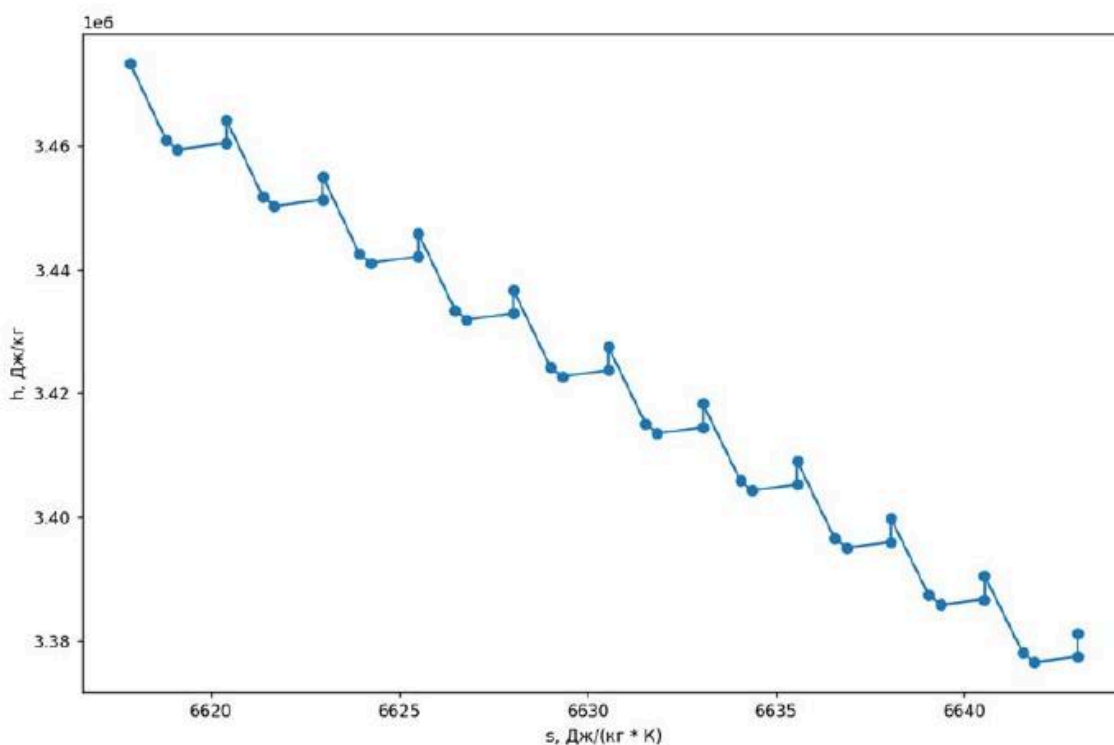
Язык программирования Python [1] в настоящее время является одним из эффективных инструментов, который за счет наличия большого количества различных библиотек, или же модулей, позволяет эффективно решать множество различных задач [2]. Также стоит упомянуть простоту синтаксиса и отсутствие необходимости выделения памяти под каждую объявляемую переменную, что позволяет легко использовать его для быстрого создания и отладки прикладных программ для проведения инженерных вычислений студентами и специалистами, напрямую не связанными с информационными технологиями, что не так просто реализовать в других языках. Такие программы также будут кроссплатформенными, так как могут быть запущены на любой платформе, поддерживающей интерпретатор Python. Но по причине интерпретируемости, исполняемые коды обладают относительно производительностью, что частично компенсируется наличием высокопроизводительных модулей, написанных на C и C++, например numpy [3].

В работе рассматривается применения модуля CoolProp [4], предназначенной для определения теплофизических свойств различных жидкостей и газов, для создания прикладной программы для расчета многоступенчатой паровой турбины. Методики их расчета представлены в литературе [5, 6]. Для того, чтобы определить теплофизическое свойство пара в точке, в модуле CoolProp используется функция PropsSI, которая по двум известным термодинамическим параметрам возвращает значение требуемого параметра для указанного вещества.

При помощи использования функции PropsSI() была реализована функция Stage(), которая производит расчет ступени турбины при вводе следующих 14 аргументов: p0_ — полное давление пара на входе в турбину [МПа];

$t0_$ — полная температура пара на входе в турбину [$^{\circ}\text{C}$]; $G0$ — расход пара в турбину [кг/с]; H — теплоперепад ступени турбины [кДж/кг]; ρ — степень реактивности; n — частота вращения турбины [Гц]; d_mid — средний диаметр ступени [мм]; $\alpha1$ — угол выхода из соплового аппарата турбины; $d1$ — «перекрыша» рабочей лопатки [мм]; e — степень парциальности ступени; e_case — степень закрытия лопаток защитным кожухом; ϕ — коэффициент скорости сопловых лопаток; ψ — коэффициент скорости рабочих лопаток; χ — коэффициент полноты использования выходной скорости. После необходимых вычислений данная функция возвращает словарь параметров, по которым можно сделать вывод об эффективности рассчитанной ступени, а также использовать некоторые из этих параметров для расчета последующих ступеней.

Благодаря модульности языка программирования Python, написанная программа-функция `Stage()` была использована для написания программы `Turbine`, позволяющей рассчитывать многоступенчатую паровую турбину. Для этого в качестве некоторые начальные аргументы функции задаются в виде списков, длина которых равна рассчитываемому числу ступеней n . Алгоритм расчета реализуется при помощи итерируемого цикла `for` в диапазоне от 0 до n , в котором часть параметров подставляется из заданных списков, а остальные параметры являются результатом вызова функции от предыдущей итерации. После окончания расчета в директории с программой создается текстовый файл `Turbine.txt` со всеми результатами расчета. Также при помощи модуля `matplotlib pyplot` [7] производится построение и вывод на экран h - s -диаграммы расширения в турбине, которая представлена на рисунке.



h - s -диаграмма расширения в турбине

Таким образом, в ходе выполнения данной работы было рассмотрено применение средств и библиотек языка программирования Python для создания прикладной программы-функции Stage(), позволяющей производить расчет ступени паровой турбины, а также программы Turbine, позволяющей рассчитывать и визуализировать процесс расширения в многоступенчатой паровой турбине в виде h-s диаграммы, что реализовано при помощи модулей CoolProp и matplotlib.

Данная программа демонстрирует возможности применения языка программирования Python для решения прикладных задач, а также облегчает расчеты студентов и специалистов, занимающихся проектированием паровых турбин. В свою очередь, применение библиотеки теплофизических свойств CoolProp позволяет производить расчет турбины не только на воде и водяном паре, но и на других веществах, например, фреонах.

Литература

- [1] Ilyichev V.Yu. Development of a program for Lorentz attractor research and its use. The Complex Systems, 2021, no. 1 (11), pp. 58–64.
- [2] Ильичев В.Ю., Ганков М.С. Удаление шума из периодических сигналов путем применения быстрого анализа Фурье в среде программирования Python. *Системный администратор*, 2023, № 3 (244), с. 83–85.
- [3] Бураков И.И., Федоров В.О. Использование библиотек numpy, numpy-STL и opencv при построении трехмерной модели зуба. *Оригинальные исследования*, 2022, т. 12, № 4, с. 48–59.
- [4] CoolProp. URL: <http://www.coolprop.org> (дата обращения 04.11.2024).
- [5] Щегляев А.В. *Паровые турбины*. Москва, Энергоатомиздат, 1993, 384 с.
- [6] Костюк А.Г., Фролов В.В. *Паровые и газовые турбины*. Москва, Энергоатомиздат, 1985, 352 с.
- [7] Дрянкова Д.А. Визуализация данных с помощью библиотек Pandas и Matplotlib для языка программирования Python. *Дневник науки*, 2023, № 6 (78), с. 4–8.

The use of Python tools and libraries for the development of an application program for calculating a steam turbine

Gankov M.S. gankovms@student.bmstu.ru

Ilyichev V.Y. ilyichev.vyu@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The topic of developing application programs for various calculations is one of the urgent tasks of science and technology. In this regard, this paper considers the possibility of using the Python programming language and its modules to solve an applied problem — calculating a multistage steam turbine using the CoolProp library of thermophysical properties. This article demonstrates the possibilities of applying software tools to a task, the solution of which is currently not advisable to carry out without the use of modern programming languages.

Keywords: Python language, application program, CoolProp module, steam turbine