

**Артем Юрьевич Золотаревский***Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф.**Рябов Павел Евгеньевич***Финансовый университет****при Правительстве Российской Федерации**

125993, Москва, Ленинградский просп., 49

[artyom@zolotarevskiy.ru](mailto:artyom@zolotarevskiy.ru)

## **PYTHONTECH КАК ОСНОВА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГЕНЕРАЦИИ БАНКА ЗАДАЧ**

Описаны возможности приложения «*PythonTeX*» с использованием инструментария «*Jupyter Notebook*» для организации учебного процесса. На основе открытых приложений, таких как «*MikTeX*», «*PythonTeX*» и «*Jupyter Notebook*», предложена система автоматической параметризации банка задач для контрольных работ, экзаменационных билетов различных разделов математических дисциплин.

*Ключевые слова:* цифровизация, организация учебной работы, методы обучения, формы преподавания математических дисциплин.

### **Введение**

Неотъемлемой частью образовательного процесса является контроль успеваемости учащихся, проверка знаний по тем или иным дисциплинам. Необходимость создания разнообразных тестов, контрольных заданий, банка типовых задач для формирования экзаменационных билетов всегда находится в поле зрения профессорско-преподавательского состава. В связи с этим преподавателям приходится уделять особое внимание вопросу подготовки банка задач и их уникальной параметризации, поскольку современные средства поиска информации позволяют учащимся сразу находить существующие решения, вследствие чего у последних не происходит усвоения требуемых компетенций. Используемые в образовательном процессе такие системы, как «*Scientific WorkPlace*», «*Wolfram Mathematica*», «*Maple*», «*Moodle*», «*R*» и другие, частично решают параметризацию банка задач.

Однако, такие системы имеют ограниченную сферу применения, либо являются платными решениями.

В настоящем докладе предлагается открытый модуль («*Open Project*») «*TaskGenerator*» с использованием инструментария «*Jupyter Notebook*». Созданная автором библиотека использует открытую издательскую систему верстки «*MikTeX*» и вычислительную среду «*PythonTeX*», грамотное объединение которых позволяет преподавателям сфокусироваться на самом процессе параметризации банка задач, а не способе его подготовки.

### Обзор используемых технологий

Для формирования банка задач используется кроссплатформенный язык разметки «*TeX*»<sup>1</sup>, разработанный Дональдом Кнутом [1] и предназначенный для набора научно–технических текстов высокого полиграфического качества. Расширение «*LaTeX*»<sup>2</sup> – один из наиболее популярных макропакетов на базе «*TeX*», разработанный Лесли Лампортом [2] и существенно дополняющий его возможности. Все необходимые инструменты текстового процессора системы «*TeX*», включая полный набор макропакетов, конверторов, компиляторов и других утилит, интегрированы в единый свободно распространяемый дистрибутив «[MiKTeX](#)», доступный для всех используемых сегодня операционных систем. Создаваемые с помощью «*LaTeX*» тексты могут содержать математические формулы, таблицы и графические изображения. Поддерживается автоматическая нумерация страниц, формул, рисунков, таблиц, разделов и пунктов перечней. Система сама генерирует оглавление, списки таблиц и иллюстраций, перекрёстные ссылки, сноски, колонтитулы и предметный указатель. Наконец, имеется возможность определять собственные макрокоманды и стили. В настоящее время «*LaTeX*» является стандартом *de-facto* для многих зарубежных и отечественных научных журналов. Достаточно привести общероссийский портал «[Math-Net.Ru](#)» – инновационный проект Математического института им. В. А. Стеклова РАН, предоставляющий российским и зарубежным

---

<sup>1</sup> Читается как *téx*. От греческого слова *τεχνη* – искусство, мастерство.

<sup>2</sup> Читается как *латéx*.

ученым различные возможности в поиске научной информации по математике, физике, информационным технологиям и смежным наукам.

Для параметризации банка задач используется высокоуровневый язык программирования «*Python*», самый популярный в мире на 2022 год согласно рейтингу «*Tiobe*». Панель управления генератора экзаменационных билетов реализована в системе «*Jupyter Notebook*», который представляет собой веб-приложение, предлагающее простой и оптимизированный интерфейс для создания функциональных вычислительных документов. А использование пакета «*PythonTex*» [3] позволяет размещать исполняемый код непосредственно в документах с разметкой, исполнять его и сразу же получать доступ к результатам вычислений. Такой подход позволяет решить проблему параметризации самых сложных задач и проблему формирования уникальных экзаменационных билетов, контрольных заданий и тестов, включая генерацию различных графических приложений и данных с последующей их обработкой.

### Пример использования пакета «*PythonTex*»

Генерация параметра

```
1 from random import randint
2 a, k = 1 / 1000 * randint(500, 900), np.pi / 6
```

**Параметризованная задача:** Найдите (приблизительно с погрешностью порядка 1 %) на какой части интервала от 0 до 1 значение функции  $\sin\left(\frac{\pi}{6x}\right)$  больше либо равно  $a = 0.608$ .

Решение с помощью равномерного распределения

```
1 from scipy.stats import uniform
2 n = 10000000
3 p_stat = sum(np.sin(np.pi / (6 * uniform().rvs(size=n))) >= a) / n
```

Ответ:  $p\_stat = 0.62001$

Аналитическое решение

```
1 from sympy import *
2 l, b = symbols('l b')
3 exp = simplify(Sum(pi / 6 * (1 / (2 * l * pi + asin(b)) + 1
4           / (asin(b) - ((1 + 2 * l) * pi))), (l, 0, oo))
5 ans = exp.subs(b, a).evalf()
```

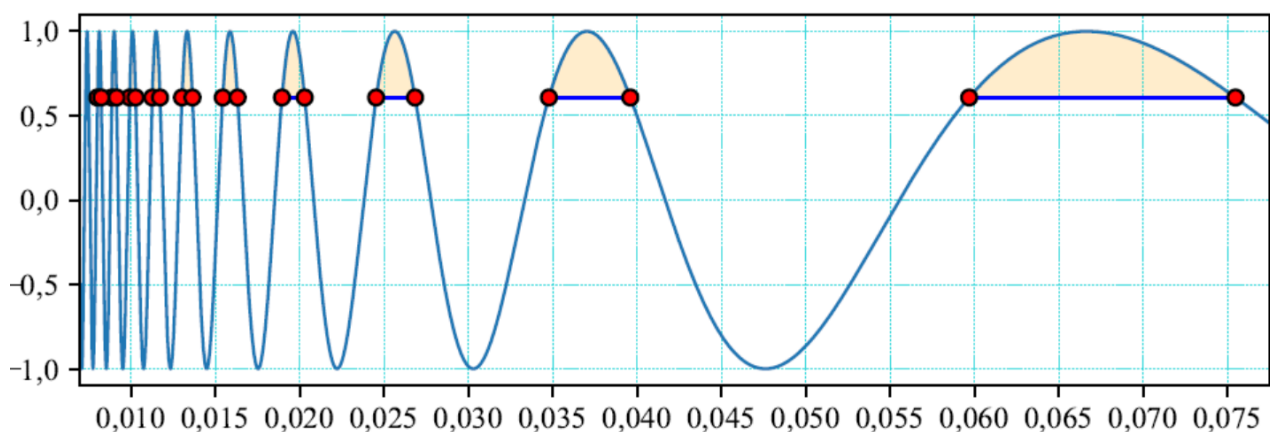
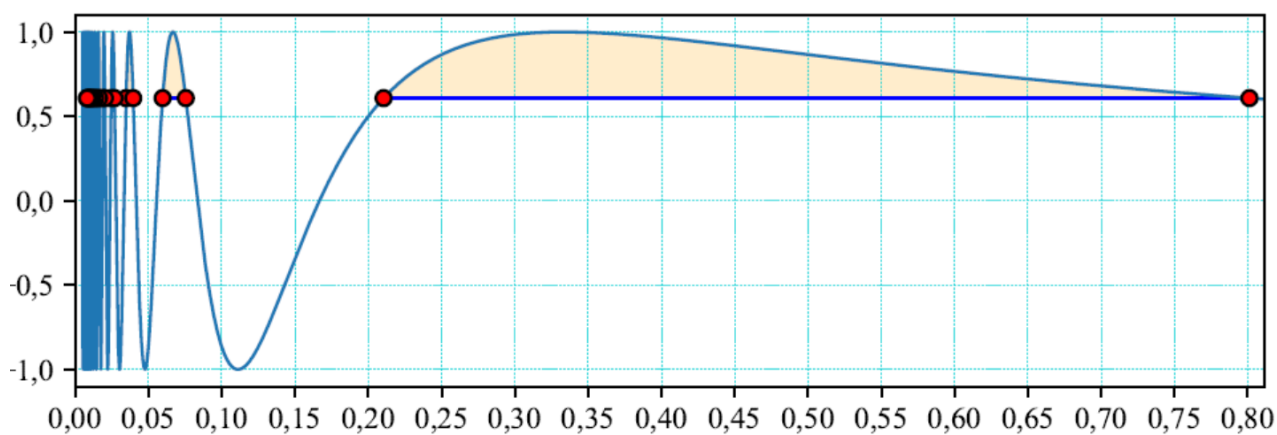
Отрисуем результат, используя PythonTeX команду  $\backslash\text{py}\{\text{latex}(\text{exp})\} = \backslash\text{py}\{\text{ans}\}$ :

$$\frac{\pi \sum_{l=0}^{\infty} \left( \frac{1}{-2\pi l + \text{asin}(b) - \pi} + \frac{1}{2\pi l + \text{asin}(b)} \right)}{6} = 0.62010$$

```

1  from matplotlib.pyplot import plot
2  from matplotlib.ticker import MultipleLocator
3  import locale
4
5  f = lambda x: np.sin(np.pi / (6 * x))
6  x1k = k / (np.pi - np.arcsin(a) + 2 * np.pi * np.array(range(0, 11)))
7  x2k = k / (np.arcsin(a) + 2 * np.pi * np.array(range(0, 11)))
8  x = np.linspace(0.005, 1.1, 100000)
9
10 rc('axes.formatter', use_locale=True), rc('font', family='Times New Roman')
11 locale.setlocale(locale.LC_ALL, '')
12 figure(figsize=(7, 2.2))
13 grid(color='DarkTurquoise', alpha=0.75, linestyle=':', linewidth=0.5)
14
15 plot(x, f(x), lw=1)
16 for x1, x2 in list(zip(x1k, x2k)):
17     plot([x1, x2], f(np.array([x1, x2])), 'or', ms=5, mec='k')
18     part_x = np.linspace(x1, x2, 1000)
19     fill_between(part_x, f(part_x), y2=a, color='orange', alpha=0.2)
20     hlines(y=a, xmin=x1, xmax=x2, color='b', lw=1)
21
22 gca().xaxis.set_major_locator(MultipleLocator(0.05)), xlim(0, x2k[0] + 0.01)
23 savefig('plot_1.pdf', bbox_inches='tight')
24 gca().xaxis.set_major_locator(MultipleLocator(0.005)), xlim(0.007, x2k[1] + 0.002)
25 savefig('plot_2.pdf', bbox_inches='tight')

```



## Вывод

Таким образом, установив перечисленные выше зависимости, все что остается сделать – это привести соответствующую параметризацию банка задач, разместив и код, и верстку в едином файле. Созданный автором открытый модуль («*Open Project*») «*TaskGenerator*», позволяет сгенерировать необходимое количество уникальных экзаменационных билетов, а также ответы и решения к ним, которые могут содержать разнообразные по сложности типы задач, включающие графики функций и анализ данных.

Автор выражает благодарность научному руководителю, доктору физико-математических наук, профессору, Рябову Павлу Евгеньевичу, за постановку задачи и постоянное внимание к работе.

## Литература

1. *Кнут Д. Э.* Все про TeX [Текст] / Дональд Эрвин Кнут. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. — 543 с. — ISBN: 5-8459-0382-3.
2. *Lamport L.* LaTeX: A Document Preparation System [Text] / Leslie Lamport. 2nd edn. — Addison-Wesley, Reading, 1984. — 288 pp. — ISBN: 0-201-52983-1.
3. *Geoffrey M Poore.* PythonTeX: reproducible documents with LaTeX, Python, and more / Computational Science & Discovery. — Vol. 8, no. 1, 2015. — doi: [10.1088/1749-4699/8/1/014010](https://doi.org/10.1088/1749-4699/8/1/014010).

## PYTHON TEX AS THE BASIS OF AN AUTOMATIC SYSTEM

### GENERATING A TASK BANK

**Artyom Zolotarevskiy**

*Financial University under the Government of the Russian Federation*

*125993, Moscow, Leningradskiy Ave., 49,*

e-mail: [artyom@zolotarevskiy.ru](mailto:artyom@zolotarevskiy.ru)

The possibilities of the «*PythonTeX*» application using the «*Jupyter Notebook*» tool for organizing the educational process are described. Based on open applications such as «*MiKTeX*», «*PythonTeX*» and «*Jupyter Notebook*», a system of automatic

parameterization of the task bank for control papers, examination tickets of various sections of mathematical disciplines is proposed.

*Keywords:* digitalization, organization of educational work, teaching methods, forms of teaching mathematical disciplines.

### **References**

1. *Donald E. Knuth*. The TeXbook [Text]. / Donald E. Knuth. –Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1984, 1986. – 483 pp. – ISBN: 0-201-13448-9.
2. *Lamport L*. LaTeX: A Document Preparation System [Text] / Leslie Lamport. 2nd edn. – Addison-Wesley, Reading, 1984. – 288 pp. – ISBN: 0-201-52983-1.
3. *Geoffrey M Poore*. PythonTeX: reproducible documents with LaTeX, Python, and more / Computational Science & Discovery. – Vol. 8, no. 1, 2015. – doi: [10.1088/1749-4699/8/1/014010](https://doi.org/10.1088/1749-4699/8/1/014010).