

## **Учебная практика: практика по получению первичных навыков работы с программным обеспечением**

Цель: Получение навыков алгоритмизации, разработки и тестирования программ на языке Python на примере задачи из области электроэнергетики.

Задание:

1. Ознакомиться с поставленной задачей.
2. Выбрать подходящую среду разработки (IDLE, Datalore, Jupyter notebook или т.п.) [1], [2].
3. Определить библиотеки для решения задачи.
4. Составить математическую модель решения задачи с описанием используемых библиотек и функций. Каждый вариант должен быть решен двумя способами:
  - 4.1. Численное интегрирование при помощи встроенной функции.
  - 4.2. Численное интегрирование при помощи метода левых/правых прямоугольников, реализованным самостоятельно.
5. Составить алгоритм решения задачи в графическом виде.
6. Разработать интерфейс программы, содержащий следующий набор элементов:
  - 6.1. Поля ввода, позволяющие вводить исходные данные.
  - 6.2. Выпадающий список для выбора способа решения (реализованная или встроенная функции).
  - 6.3. Кнопка для запуска программы.
  - 6.4. Текст с результатами расчета.
  - 6.5. Графики с необходимой графической информацией.
7. Выполнить реализацию составленного алгоритма в выбранной среде разработки.
8. Провести тестирование программы.
9. Сформировать отчет о проделанной работе, соответствующий ГОСТ 7.32-2017, который включает в себя следующие разделы:
  - Титульный лист;
  - Оглавление;
  - Введение, включающее цель работы, задание, описание исходных данных;

- Раздел с описанием языка программирования Python: краткой исторической справки, типов и структуры данных, синтаксиса, возможностей, основных библиотек, применимости к различным практическим задачам. Анализ предполагаемой области применения в энергетике;
- Раздел с описанием процесса решения задачи, включающий математическую модель, описание используемых библиотек и функций, созданный алгоритм (блок-схему), включая пояснения;
- Раздел с технической реализацией задачи, включающий листинг написанной программы, таблицы тестирования с графическим отображением полученных результатов;
- Заключение включает краткое описание результатов работы;
- Список используемых источников, включая ссылки на интернет ресурсы.

#### Литература:

1. Курс по программированию на Python [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pythontutor.ru/>
2. Лутц Марк. Изучаем Python, том 1, 5-е изд. : Пер. с англ. – СПб. : ООО “Диалектика”, 2019. – 832 с. : ил. – Парал. тит. англ.
3. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. Том 1. — 4-е изд. / К. С. Демирчян, Л. Р. Нейман, Н. В. Коровкин, В. Л. Чечурин. — СПб.: Питер, 2003.— 463 с.: ил

## Вариант 1

Переменный синусоидальный ток изменяется согласно выражению:

$$i(t) = I_m \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t), \text{ А,}$$

где:

$I_m$  - амплитуда тока, А;

$f$  - частота тока, Гц;

$t$  - время, с.

В течение периода, в каждый момент времени, синусоидальный ток  $i(t)$  принимает различные значения в диапазоне от  $-I_m$  до  $+I_m$  и такие значения называются мгновенными значениями. Однако, если мы включим в цепь амперметр, то прибор будет показывать одно единственное число, которое называют действующим значением тока. Действующее значение тока - это такое значение постоянного тока, при котором за период переменного тока в проводнике выделяется столько же теплоты, сколько и при переменном токе.

Для определения действующего значения переменного тока необходимо воспользоваться выражением:

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i(t)^2 dt}, \text{ А,}$$

где:

$T$  - период синусоидального тока, с.

Необходимо по заданной частоте и амплитуде переменного тока определить действующее значение тока. Полученное действующее значение необходимо отобразить графически вместе с кривой синусоидального тока.

## Вариант 2

Через резистор протекает импульсный ток, который изменяется согласно выражению:

$$i(t) = I_m \cdot [-e^{-\frac{t}{2e-6}} + e^{-\frac{t}{20e-6}}], \text{ А},$$

где:

$I_m$  - теоретический максимум тока, А;

$t$  - время, с.

Этот ток вызовет падение напряжение на сопротивлении резистора определяемое как:

$$u(t) = R \cdot i(t), \text{ В},$$

где:

$R$  - сопротивление резистора, Ом.

При протекании тока через резистор, будет совершаться работа по перемещению электрического заряда, характеризующаяся мгновенной мощностью в каждый момент времени  $t$ :

$$p(t) = u(t) \cdot i(t), \text{ Вт}.$$

Резистор будет рассеивать энергию (преобразовывать электрическую энергию в тепловую), определяемую как:

$$W = \int_0^{t_{max}} p(t) dt, \text{ Дж},$$

где:

$t_{max}$  - время существования импульса тока, с.

Необходимо по заданным величинам сопротивления резистора и амплитуды тока определить рассеиваемую на резисторе энергию. Отобразить графически изменения напряжения, тока и мощности от времени.

### Вариант 3

При ходьбе человека по линолеуму на его теле появился потенциал вызванный явлением образования статического заряда. Соответственно, электрический заряд накопленный на теле может быть определен как:

$$Q = C \cdot \varphi, \text{ Кл},$$

где:

$C$  - емкость тела человека, 150 пФ;

$\varphi$  - потенциал на теле человека, В.

При касании человеком металлической поверхности, например дверной ручки, произойдет разряд статического электричества. Импульс тока имеет следующую форму:

$$i(t) = I_m \cdot e^{-t/170 \cdot 10^{-6}},$$

где:

$I_m$  - максимальное значение тока, А;

$t$  - время, с.

Ток и заряд связывает выражение:

$$Q = \int_0^T i(t) dt, \text{ Кл},$$

где:

$T$  - время статического разряда, 1.7 мкс.

Необходимо по заданной величине потенциала на теле человека определить максимальное значение тока статического разряда. Отобразить графически изменения импульс тока статического разряда.

## Вариант 4

Счетчик электрической энергии установлен в сети переменного тока, где напряжение и ток изменяются по синусоидальному закону:

$$u(t) = U_m \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t), \text{ В},$$

$$i(t) = I_m \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t), \text{ А},$$

где:

$U_m$  - максимальное напряжение сети, 220 В;

$I_m$  - максимальный ток сети, зависящий от нагрузки, А;

$f$  - частота тока, 50 Гц;

$t$  - время, с.

Счетчик электрической энергии измеряет расход энергии, которую можно определить по выражению:

$$W = \frac{\int_0^T u(t) \cdot i(t) dt}{3600}, \text{ Вт}\cdot\text{час},$$

где:

$T$  - время измерения, с.

Необходимо по заданной величине тока и времени работы счетчика определить его показания. Отобразить графически изменения напряжения и тока за 1 период.

## Вариант 5

Для определения емкости электрического конденсатора необходимо провести следующий опыт. Конденсатор заряжается до некоего напряжения  $U$ . Затем к его контактам подключается сопротивление величиной 1 кОм. Конденсатор будет разряжаться по следующему закону:

$$i(t) = I_0 \cdot e^{-t/\tau}, \text{ А,}$$

где:

$$I_0 = \frac{U}{1000} - \text{начальное значение тока, А;}$$

$\tau$  - 1/6 часть измеренного времени разряда конденсатора, с;

$t$  - время, с.

Измерив время разряда конденсатора можно определить его емкость по выражению:

$$C = \frac{\int_0^T i(t) dt}{U}, \text{ Ф,}$$

где:

$T$  - время разряда конденсатора, с.

Необходимо по измеренным значениям  $U$  и  $T$  определить емкость конденсатора.

Отобразить график изменения тока разряда конденсатора.

## Вариант 6

Электроустановка подключена к сети переменного напряжения. Напряжение в сети изменяется по следующему закону:

$$u(t) = U_m \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t) + \frac{U_m}{10} \cdot \sin(6 \cdot \pi \cdot f \cdot t), \text{ В,}$$

где:

$U_m$  - максимальное напряжение сети, В;

$f$  - частота тока, 50 Гц;

$t$  - время, с.

В работе электроустановка будет потреблять энергию, которую можно определить как:

$$W = \int_0^T \frac{u^2(t)}{R} dt, \text{ Дж,}$$

где:

$R$  - сопротивление электроустановки, Ом;

$T$  - время работы электроустановки, с.

Необходимо по заданным величинам максимального напряжения сети, сопротивления электроустановки и времени ее работы определить потребляемую энергию. Построить график изменения напряжения от времени.



## Вариант 7

Напряжение в электрической сети изменяется согласно выражению:

$$u(t) = U_0 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t) + \frac{U_0}{10} \cdot \sin(6 \cdot \pi \cdot f \cdot t), \text{ В}$$

где:

$U_0$  - номинальное напряжение сети, В;

$f$  - частота тока, Гц;

$t$  - время, с.

Включенный в сеть вольтметр будет показывать значение, определяемое как:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u(t)^2 dt}, \text{ В,}$$

где:

$T$  - период изменения напряжения, с.

Необходимо по показанию вольтметра определить номинальное напряжение сети.

Отобразить графически вместе изменение напряжения во времени.

## Вариант 8

Грозовое облако висит на высоте 300 м и разряжается в виде молниевых разрядов. Ток молнии будет иметь следующую форму:

$$i(t) = \frac{I_m}{0.97} \cdot \left( \exp\left(-\frac{t}{70.4e-6}\right) - \exp\left(-\frac{t}{0.24e-6}\right) \right), \text{ А},$$

где:

$I_m$  - амплитуда молнии, А;

$t$  - время, с.

Для определения заряда накопленного грозовым облаком можно воспользоваться выражением:

$$Q = \int_0^T i(t) dt, \text{ Кл},$$

где:

$T$  - время разряда, с.

В свою очередь емкость облака может быть определена как:

$$C = \frac{Q}{U}, \text{ Ф},$$

где:

$U$  - потенциал грозового облака, В.

Можно допустить, что грозовое облако и земля образуют плоский конденсатор. Тогда электрическая емкость облака может быть также определена как:

$$C = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{S}{h}, \text{ Ф},$$

где:

$\varepsilon_r$  - относительная диэлектрическая проницаемость воздуха, равная 1;

$\varepsilon_0$  - электрическая постоянная, равная  $8.854e-12$  Ф/м;

$S$  - площадь грозового облака, м<sup>2</sup>;

$h$  - высота грозового облака, м.

Необходимо по заданным значениям амплитуды молнии и потенциала грозового облака определить площадь грозового облака. Построить график изменения тока молнии во времени.

## Вариант 9

Проводник в поперечном сечении имеет форму прямоугольника со скругленными углами. Контур проводника описывается геометрической кривой:

$$\left|\frac{x}{a}\right|^4 + \left|\frac{y}{b}\right|^4 = 1,$$

где:

$x$  -  $x$ -координата кривой  $-a \leq x \leq a$ , см;

$y$  -  $y$ -координата кривой  $-b \leq y \leq b$ , см;

$a, b$  - полудиаметры кривой, см.

По проводнику протекает постоянный ток с некоторой плотностью. Плотностью тока называется величина заряда, проходящего через единицу площади поперечного сечения проводника за единицу времени. Для определения величины тока в проводнике необходимо воспользоваться выражением:

$$I = \delta \cdot S, \text{ А},$$

где:

$\delta$  - плотность тока, А/м<sup>2</sup>;

$S$  - площадь проводника, м<sup>2</sup>.

Необходимо по известным значениям полудиаметров проводника и плотности тока рассчитать величину тока, протекающего через проводник. Графически отобразить форму проводника в масштабе.

## Вариант 10

Электроустановка подключена к электросети, через устройство выпрямления напряжения. Выпрямленное напряжение изменяется по следующему закону:

$$u(t) = U_m \cdot |\sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)|, \text{ В},$$

где:

$U_m$  - максимальное напряжение сети, В;

$f$  - частота тока, 50 Гц;

$t$  - время, с.

В работе электроустановка будет потреблять энергию, которую можно определить как:

$$W = \frac{\int_0^T \frac{u^2(t)}{R} dt}{3600}, \text{ Вт}\cdot\text{час},$$

где:

$R$  - сопротивление электроустановки, Ом;

$T$  - время работы электроустановки, с.

Необходимо по заданным величинам максимального напряжения сети, времени работы электроустановки и ее потребляемой энергии за это время определить сопротивление электроустановки. Построить график изменения напряжения от времени.

## Вариант 11

Проводник в поперечном сечении имеет форму овала Кассини. Контур проводника описывается геометрической кривой:

$$y = \pm \sqrt{\sqrt{a^4 + 4 \cdot c^2 \cdot x^2} - x^2 - a^2},$$

где:

$x$  -  $x$ -координата кривой  $-1.063 \leq x \leq 1.063$ , см;

$y$  -  $y$ -координата кривой, см;

$c$ ,  $a$  - параметры овала, равные 0.7 см и 0.8 см соответственно.

Известно, что сопротивление проводника постоянному току можно определить по выражению:

$$R = \rho \cdot \frac{S}{l}, \text{ Ом,}$$

где:

$\rho$  - удельное электрическое сопротивление проводника, определяемое материалом из которого изготовлен проводник, Ом·м;

$S$  - площадь поперечного сечения проводника, м<sup>2</sup>;

$l$  - длина проводника, м.

Необходимо по известному значению длины проводника и по заданному материалу проводника (медь, алюминий и т.п.) найти величину его сопротивления. Графически отобразить форму проводника в масштабе.

## Вариант 12

Через резистор протекает периодический ток прямоугольной формы:

$$i(t) = I_m \cdot \text{sign}(\sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)), \text{ А},$$

где:

$I_m$  - амплитуда тока, А;

$f$  - частота тока, 1 кГц;

$t$  - время, с.

Протекая, ток будет выделяет в резисторе тепловую энергию, определяемую как:

$$W = \int_0^T i^2(t) \cdot R \cdot dt, \text{ Дж},$$

где:

$T$  - длительность протекания тока, с;

$R$  - сопротивление резистора, Ом.

Необходимо по заданной величине сопротивления резистора и его максимальной поглощаемой энергии определить величину допустимого тока. Отобразить графически изменение тока от времени.