

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПАКЕТЫ NUMPY И MATPLOTLIB  
Методические указания к лабораторным работам

Составитель: С. М. Наместников

Ульяновск

2022

УДК 621.394.343 (076)

ББК 32.88 я7

ПЗЗ

Рецензент: Deep Learning Engineer компании Huawei, канд. техн. наук, Смирнов П.В.

Одобрено секцией методических пособий научно-методического совета Университета

Пакеты NumPy и Matplotlib языка Python /сост. С. М. Наместников. – Ульяновск : УлГТУ, 2022. – 19 с.

Методические указания по курсу «Информационные технологии и программирование» для студентов направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль подготовки "Сети связи и системы коммутации" Лабораторные работы посвящены основам применения пакетов NumPy и Matplotlib.

Сборник подготовлен на кафедре «Телекоммуникации».

УДК 621.394.343 (076)

ББК 32.88 я7

© С. М. Наместников, составление, 2022

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **Лабораторная работа №1**

Выполнение векторно-матричных операций в пакете NumPy

### **Лабораторная работа №2**

Математические функции пакета NumPy и их отображение на графике с помощью пакета Matplotlib

### **Лабораторная работа №3**

Отображение столбчатых, круговых диаграмм и точечных графиков

### **Лабораторная работа №4**

Изображения и трехмерные графики

### **Лабораторная работа №5**

Решение практических задач с помощью пакета NumPy

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

## Лабораторная работа №1

### Выполнение векторно-матричных операций в пакете NumPy

**Цель работы:** научиться оперировать векторами и матрицами пакета NumPy.

#### Теоретический материал

Теория для выполнения лабораторной работы доступна на следующих страницах сайта:

<https://proproprogs.ru/modules>

в разделах по пакету NumPy:

- Основные типы данных. Создание массивов функцией array()
- Функции автозаполнения, создания матриц и числовых диапазонов
- Свойства и представления массивов, создание их копий
- Изменение формы массивов, добавление и удаление осей
- Объединение и разделение массивов
- Индексация, срезы, итерирование массивов
- Базовые математические операции над массивами
- Булевы операции и функции, значения inf и nan
- Базовые математические функции
- Произведение матриц и векторов, элементы линейной алгебры
- Множества (unique) и операции над ними
- Транслирование массивов

А также в соответствующих видеоматериалах, размещенных на странице сайта:

<http://tk.ulstu.ru/video.php?id=5>

#### Задания на лабораторную работу (по вариантам)

Написать программу на языке Python с применением пакета NumPy в соответствии со своим номером варианта.

Вариант	Задание
1	1. Выполнить сложение двух матриц: $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 \end{bmatrix}$ 2. Вытянуть в вектор полученную матрицу и вывести вектор на экран.

2	<p>1. Выполнить умножение матрицы на вектор:</p> $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ <p>2. Вычислить сумму значений полученного вектора (средствами пакета NumPy) и вывести полученную сумму на экран.</p>
3	<p>1. Вычислить обратную матрицу для матрицы:</p> $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$ <p>2. Средствами NumPy выделить второй столбец и третью строку полученной матрицы. Вывести второй столбец и третью строку на экран.</p>
4	<p>1. Создать матрицу размером 8x8 элементов, состоящую из нулей. Заполнить эту матрицу значениями 2, расположенными в шахматном порядке. Задачу решить через срезы пакета NumPy (буквально двумя командами).</p> <p>2. Вывести полученную матрицу на экран.</p>
5	<p>1. Создать вектор размерностью 25 элементов, состоящими из чисел от 1 до 25. Преобразовать этот вектор в матрицу 5x5 элементов.</p> <p>2. Выделить из полученной матрицы элементы главной диагонали и вывести их на экран.</p>
6	<p>1. Сформировать два вектора: первый длиной 15 элементов со значениями от 0 до 1,4 с шагом 0,1; второй – длиной 6 элементов со значениями от 1 до 6.</p> <p>2. Преобразовать первый вектор в матрицу 5x3, а второй – в матрицу 3x2. Выполнить перемножение этих матриц. Сами матрицы и результат их перемножения вывести на экран.</p>
7	<p>1. Создать вектор размером 9 элементов со значениями от 0 до 1, не включая ни то, ни другое (границы).</p> <p>2. Сформировать из этого вектора матрицу 3x3 и выполнить ее транспонирование. Результат вывести на экран.</p>
8	<p>1. Сформировать вектор из целых чисел (тип элементов должен быть int32) размерностью 36 и значениями 1, 3, 5, 7, ... и так далее.</p> <p>2. Выделить из этого вектора все элементы со значениями кратными 3.</p> <p>3. Вывести результат на экран (исходный вектор и с кратными числами).</p>
9	<p>1. Сформируйте два вектора A и B из 10 элементов со случайными целыми значениями в диапазоне [-2; 2]. (Используйте для этого функцию randint пакета NumPy).</p> <p>2. Сформируйте третий вектор из попарно равных элементов векторов A и B. Все три вектора выведите на экран.</p>

10	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Сформируйте матрицу 5x6 элементов со случайными целыми значениями в диапазоне [-5; 100].</li><li>2. Элемент с максимальным значением замените на -5, а с минимальным – на 100. (Сделать это нужно средствами NumPy с использованием методов <code>argmax</code> и <code>argmin</code>.) Выведите на экран исходную и преобразованную матрицы.</li></ol>
----	--

### Содержание отчета

1. Титульный лист с названием лабораторной работы, номером своего варианта, фамилией студента и группы.
2. Тексты программ.
3. Результаты работы программ.
4. Выводы по полученным результатам.

## Лабораторная работа №2

### Математические функции пакета NumPy и их отображение на графике с помощью пакета Matplotlib

**Цель работы:** научиться использовать математические функции пакета NumPy и отображать простые двумерные графики с помощью пакета Matplotlib.

#### Теоретический материал

Теория для выполнения лабораторной работы доступна на странице сайта:

<https://proproprogs.ru/modules>

в разделах пакета NumPy:

- Индексация, срезы, итерирование массивов
- Базовые математические операции над массивами
- Базовые математические функции
- Транслирование массивов

и в разделах пакета Matplotlib:

- Установка пакета и основные возможности
- Функция plot для построения и оформления двумерных графиков
- Отображение нескольких координатных осей в одном окне

а также в соответствующих видеоматериалах, размещенных на странице сайта:

<http://tk.ulstu.ru/video.php?id=5>

#### Задания на лабораторную работу (по вариантам)

Сформировать данные для функции своего варианта (с использованием пакета NumPy) и отобразить эти данные на экране в виде обычного графика в декартовых координатных осях с использованием пакета Matplotlib.

Вариант	Задание
1	$y(x) = \frac{1}{10 + x^3}, \quad x \in [0; 20; 0,1]$
2	$y(x) = \frac{\sin(10x)}{x + 0,1}, \quad x \in [0; 3; 0,01]$
3	$y(x) = \sin(5x) \cdot \cos(x), \quad x \in [0; 3; 0,01]$
4	$y(x) = \sin(x) \cdot x^2, \quad x \in [0; 20; 0,01]$

5	$y(x) = \sin(5x) \cdot e^{-x}, \quad x \in [0; 10; 0,01]$
6	$y(x) = \frac{1}{10 + x^2}, \quad x \in [0; 40; 0,1]$
7	$y(x) = \frac{\cos(20x)}{x + 0,1}, \quad x \in [0; 4; 0,01]$
8	$y(x) = \cos(x) \cdot x^2, \quad x \in [0; 7; 0,01]$
9	$y(x) = \cos(5x) \cdot e^x, \quad x \in [0; 6; 0,01]$
10	$y(x) = \ln(x) \cdot e^{-x}, \quad x \in [1; 10; 0,01]$

### Содержание отчета

1. Титульный лист с названием лабораторной работы, номером своего варианта, фамилией студента и группы.
2. Тексты программ.
3. Результаты работы программ (графики).
4. Выводы по полученным результатам.



## Лабораторная работа №3

### Отображение столбчатых, круговых диаграмм и точечных графиков

**Цель работы:** научиться строить графики различных видов: столбчатые, круговые диаграммы, а также точечные графики.

#### Теоретический материал

Теория для выполнения лабораторной работы доступна на странице сайта:

<https://proproprogs.ru/modules>

в разделах пакета Matplotlib:

- Отображение нескольких координатных осей в одном окне
- Граничные значения осей и локаторы для расположения меток на них
- Настраиваем формат отображения меток у координатных осей
- Делаем логарифмический масштаб у координатных осей
- Размещаем стандартные текстовые элементы на графике
- Добавляем легенду и рисуем геометрические фигуры на графиках
- Рисуем ступенчатые, стековые, stem и точечные графики
- Рисуем гистограммы, столбчатые и круговые диаграммы

а также в соответствующих видеоматериалах, размещенных на странице сайта:

<http://tk.ulstu.ru/video.php?id=5>

#### Задания на лабораторную работу (по вариантам)

Сформировать и отобразить данные в виде трех разных графиков:

- из п. 1 – в виде столбчатой и круговой диаграммы (два графика);
- из п. 2 – в виде множества точек на плоскости (один график).

Вариант	Задания для графиков
1	1. Распространенность машин разных марок (не менее пяти) в России (данные сформировать самостоятельно). 2. Сгенерировать случайное распределение из 1000 точек с координатами (x, y). Каждая координата – случайное вещественное число в диапазоне [-10; 10] с равномерным распределением.
2	1. Доли различных валют (не менее пяти) в мире (данные сформировать самостоятельно). 2. Сгенерировать случайное распределение из 1000 точек с

	<p>координатами (x, y). Использовать нормальное (гауссовское) распределение с математическим ожиданием 4.5 и дисперсией 100 (по каждой координате).</p>
3	<p>1. Распространенность полезных ископаемых (не менее пяти) в России (данные сформировать самостоятельно).</p> <p>2. Сгенерировать случайное распределение из 1000 точек с координатами (x, y). Каждая координата – случайное вещественное число в диапазоне [-100; -50] с равномерным распределением.</p>
4	<p>1. Популярность социальных сетей (Одноклассники, Вконтакте, RuTube, YouTube, Яндекс Дзен) в России (данные сформировать самостоятельно).</p> <p>2. Сгенерировать случайное распределение из 1000 точек с координатами (x, y). Использовать нормальное (гауссовское) распределение с математическим ожиданием -0.5 и дисперсией 10 (по каждой координате).</p>
5	<p>1. Популярность языков программирования (не менее пяти) в мире (данные сформировать самостоятельно).</p> <p>2. Сгенерировать случайное распределение из 500 точек с координатами (x, y). Каждая координата – случайное целое число в диапазоне [10; 50] с равномерным распределением.</p>
6	<p>1. Популярность смартфонов разных марок (не менее пяти) в России (данные сформировать самостоятельно).</p> <p>2. Сгенерировать случайное распределение из 700 точек с координатами (x, y). Использовать нормальное (гауссовское) распределение с математическим ожиданием 0.0 и дисперсией 1 (по каждой координате).</p>
7	<p>1. Популярность коммерческих банков (не менее пяти) в России (данные сформировать самостоятельно).</p> <p>2. Сгенерировать случайное распределение из 1500 точек с координатами (x, y). Каждая координата – случайное целое число в диапазоне [0; 20] с равномерным распределением.</p>
8	<p>1. Популярность вузов (не менее пяти) в России (данные сформировать самостоятельно).</p> <p>2. Сгенерировать случайное распределение из 800 точек с координатами (x, y). Использовать нормальное (гауссовское) распределение с математическим ожиданием 10.0 и дисперсией 500 (по каждой координате).</p>
9	<p>1. Туристическая популярность городов в России (не менее пяти, данные сформировать самостоятельно).</p> <p>2. Сгенерировать случайное распределение из 1200 точек с координатами (x, y). Каждая координата – случайное вещественное число в диапазоне [-5.2; 20.7] с равномерным распределением.</p>
10	<p>1. Туристическая популярность стран мира (не менее пяти, данные сформировать самостоятельно).</p>

	2. Сгенерировать случайное распределение из 300 точек с координатами (x, y). Использовать нормальное (гауссовское) распределение с математическим ожиданием -10.5 и дисперсией 51.5 (по каждой координате).
--	---

### **Содержание отчета**

1. Титульный лист с названием лабораторной работы, номером своего варианта, фамилией студента и группы.
2. Исходные данные для построения графиков п. 1 в виде таблицы.
3. Тексты программ с результатами их работы (графиками).
4. Выводы по полученным результатам.

## Лабораторная работа №4

### Изображения и трехмерные графики

**Цель работы:** научиться строить трехмерные графики и отображать изображения с помощью пакета Matplotlib.

#### Теоретический материал

Теория для выполнения лабораторной работы доступна на странице сайта:

<https://proproprogs.ru/modules>

в разделах по пакету Matplotlib:

- Показ изображений и цветowych сеток
- Как строить трехмерные графики

а также в соответствующих видеоматериалах, размещенных на странице сайта:

<http://tk.ulstu.ru/video.php?id=5>

#### Задания на лабораторную работу

1. Сохранить фотографию своего лица в виде изображения размером 300x500 пикселей в формате JPEG (jpg).
2. Загрузить и отобразить фотографию в полноцветном варианте (RGB) и в градациях серого (grayscale).
3. Сформировать данные для трехмерного графика для функции (в соответствии со своим вариантом) и отобразить его в трех измерениях в режиме wireframe.

Вариант	Функция
1	$f(x, y) = \sin(x) \cdot y, \quad x, y \in [-2\pi; 2\pi; 0, 1]$
2	$f(x, y) = x^2 \cdot y^2, \quad x, y \in [-2\pi; 2\pi; 0, 1]$
3	$f(x, y) = x^3 \cdot y^2 / (x \cdot y), \quad x, y \in [-2\pi; 2\pi; 0, 1]$
4	$f(x, y) = x \cdot y^2, \quad x, y \in [-2\pi; 2\pi; 0, 1]$
5	$f(x, y) = x^2 \cdot y^2 / (x \cdot y), \quad x, y \in [-2\pi; 2\pi; 0, 1]$
6	$f(x, y) = \cos(x) \cdot y, \quad x, y \in [-2\pi; 2\pi; 0, 1]$
7	$f(x, y) = \cos(x) \cdot \sin(y), \quad x, y \in [-2\pi; 2\pi; 0, 1]$
8	$f(x, y) = \ln(x) \cdot y, \quad x, y \in [0, 1; 2\pi; 0, 1]$
9	$f(x, y) = \sin(x) / (x + 0, 1), \quad x, y \in [0; 2\pi; 0, 1]$

### Содержание отчета

1. Титульный лист с названием лабораторной работы, номером своего варианта, фамилией студента и группы.
2. Тексты программ и результаты их работы (графики).
3. Выводы по полученным результатам.

## Лабораторная работа №5

### Решение практических задач с помощью пакета NumPy

**Цель работы:** научиться использовать возможности пакета NumPy при решении практических задач.

#### Теоретический материал

Теория для выполнения лабораторной работы доступна на странице сайта:

<https://proproprogs.ru/modules>

в разделах по пакету NumPy:

- Основные типы данных. Создание массивов функцией `array()`
- Функции автозаполнения, создания матриц и числовых диапазонов
- Свойства и представления массивов, создание их копий
- Изменение формы массивов, добавление и удаление осей
- Объединение и разделение массивов
- Индексация, срезы, итерирование массивов
- Базовые математические операции над массивами
- Булевы операции и функции, значения `inf` и `nan`
- Базовые математические функции
- Произведение матриц и векторов, элементы линейной алгебры
- Множества (`unique`) и операции над ними
- Транслирование массивов

а также в соответствующих видеоматериалах, размещенных на странице сайта:

<http://tk.ulstu.ru/video.php?id=5>

#### Задания на лабораторную работу (по вариантам)

Вариант	Функция
1	Найдите решение системы линейных уравнений: $\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 = -5 \\ -x_1 + 7x_2 - x_3 = 4 \\ 3x_1 - x_2 + 5x_3 = 7 \end{cases}$ с использованием векторно-матричных операций.
2	1. Сгенерируйте матрицу размером 10x10 элементов по формуле: $R(i, j) = r^{ i-j }, \quad i, j = 0, 1, \dots, 9$

	<p>с коэффициентом <math>r = 0,9</math>.</p> <p>2. Вычислите собственные числа и собственные векторы матрицы <math>R</math>.</p>
3	<p>1. Сгенерируйте вектор длиной 100 элементов по алгоритму:</p> $x_i = r \cdot x_{i-1} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, 99$ <p>с начальным значением <math>x_0 = 0</math>, коэффициентом <math>r = 0,95</math> и <math>\{\varepsilon_i\}</math> - распределенной по нормальному закону с нулевым средним и единичной дисперсией.</p> <p>2. Отобразите в виде графика полученную последовательность.</p>
4	<p>Даны три вектора:</p> $v_1 = [1, 2, 3]^T; v_2 = [1, 4, 9]^T; v_3 = [1, 8, 27]^T$ <p>Объедините их средствами NumPy в матрицу 3x3 (каждый вектор – отдельная строка матрицы) и вычислите обратную от полученной матрицы.</p>
5	<p>1. Средствами NumPy сформируйте вектор из 1000 случайных величин, распределенных по нормальному закону с математическим ожиданием 100 и дисперсией 10.</p> <p>2. Средствами NumPy вычислите для полученного вектора экспериментальное значение математического ожидания (среднее значение) и дисперсию.</p>
6	<p>1. Сгенерируйте матрицу размером 20x20 элементов по формуле:</p> $R(i, j) = r^{ i-j }, \quad i, j = 0, 1, \dots, 19$ <p>с коэффициентом <math>r = 0,95</math>.</p> <p>2. Вычислите собственные числа и собственные векторы матрицы <math>R</math>.</p>
7	<p>Найдите решение системы линейных уравнений:</p> $\begin{cases} 5x_1 + 3x_2 + 2x_3 = 2 \\ x_1 - 4x_2 + 10x_3 = 12 \\ -3x_1 + 7x_2 + 2x_3 = 3 \end{cases}$ <p>с использованием векторно-матричных операций.</p>
8	<p>1. Сгенерируйте вектор длиной 150 элементов по алгоритму:</p> $x_i = r \cdot x_{i-1} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, 149$ <p>с начальным значением <math>x_0 = 1</math>, коэффициентом <math>r = 0,8</math> и <math>\{\varepsilon_i\}</math> - распределенной по нормальному закону с нулевым средним и дисперсией, равной 10.</p> <p>2. Отобразите в виде графика полученную последовательность.</p>
9	<p>Даны три вектора:</p> $v_1 = [1, 2, 3]^T; v_2 = [1, 4, 9]^T; v_3 = [1, 8, 27]^T$ <p>Объедините их средствами NumPy в матрицу 3x3 (каждый вектор – отдельный столбец матрицы) и вычислите обратную от полученной матрицы.</p>
10	<p>1. Средствами NumPy сформируйте вектор из 2000 случайных величин, распределенных по нормальному закону с математическим ожиданием 0 и дисперсией 5.</p>

	2. Средствами NumPy вычислите для полученного вектора экспериментальное значение математического ожидания (среднее значение) и дисперсию.
--	---

### Содержание отчета

1. Титульный лист с названием лабораторной работы, номером своего варианта, фамилией студента и группы.
2. Текст программы.
3. Результат работы программы.
4. Выводы по полученным результатам.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Николенко С., Кадури́н А., Архангельская Е. Глубокое обучение. — СПб.: Питер, 2018. — 480 с.
2. Рашид, Тарик. Создаем нейронную сеть.: Пер. с англ. — СПб.: ООО «Альфа-книга», 2017. — 272 с.: ил.
3. Хайкин, Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. — 1104 с.: ил.
4. Васильев К.К., Оптимальная обработка сигналов в дискретном времени: Учебн. пособие. — М.: Радиотехника, 2016. — 288 с.: ил.
5. Christopher M. Bishop, Neural Networks for Pattern Recognition. — Clarendon Press Oxford, 1995 - 498 с.
6. Harrison Kinsley, Neural Networks from Scratch in Python - 666 с.