

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра теоретических основ
компьютерной безопасности и
криптографии

ТЕОРИЯ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ КУРСУ

студента 4 курса 431 группы

факультета компьютерных наук и информационных технологий

Дусалиева Тахира Ахатовича

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

Ст. преподаватель

подпись, дата

И.И. Слеповичев

Саратов 2023

Задание 2. Преобразование ПСЧ к заданному распределению.

Описание задания: Создать программу для преобразования последовательности ПСЧ в другую последовательность

ПСЧ с заданным распределением:

- a. Стандартное равномерное с заданным интервалом;
- b. Треугольное распределение;
- c. Общее экспоненциальное распределение;
- d. Нормальное распределение;
- e. Гамма распределение (для параметра $c=k$);
- f. Логнормальное распределение;
- g. Логистическое распределение;
- h. Биномиальное распределение.

Название программы: **rnc.exe**.

Входные параметры алгоритмов передаются программе через строку параметров и файл с параметрами. Для управления программой сформулирован следующий формат параметров командной строки.

/f:<Путь> — путь до файла с входной последовательностью.

/d:<Распределение> — код распределения для преобразования последовательности. Рекомендуется использовать следующие коды распределений:

- st – стандартное равномерное с заданным интервалом;
- tr – треугольное распределение;
- ex – общее экспоненциальное распределение;
- nr – нормальное распределение;
- gm – гамма распределение;
- ln – логнормальное распределение;
- ls – логистическое распределение;
- bi – биномиальное распределение.

/p1:<Параметр> — 1-й параметр, необходимый, для генерации ПСЧ заданного распределения.

/p2:<Параметр> — 2-й параметр, необходимый, для генерации ПСЧ заданного распределения.

/p3:<Параметр> — 3-й параметр, необходимый, для генерации ПСЧ гамма-распределением.

/s:<Путь> — путь до файла, в который будут выводиться данные, по умолчанию distr-xx.dat, где xx-код распределения.

/v — визуализация выходной последовательности.

/h — информация о допустимых параметрах командной строки программы.

Выходные значения записываются в файл, указанный в параметре **/s** запуска программы.

Алгоритм 1. Стандартное равномерное с заданным интервалом.

Описание алгоритма

Равномерное случайное число должно быть получено в соответствии со следующей формулой:

$$Y = bU + a.$$

Параметры запуска программы

rnc.exe /f:rnd.dat /d:st /p1:a /p2:b

Исходный текст программы

```
"""
Реализация стандартного равномерного распределения с заданным интервалом
"""
__all__ = ['st']

from .uniform import _gen

def distribution(numbers, a, b):
    m = max(numbers) + 1
    uni = _gen(numbers=numbers, m=m)
    return [b * next(uni) + a for _ in range(len(numbers))]

def st(numbers : list,
        p1,
        p2):
    dist = distribution(numbers=numbers, a=p1, b=p2)
    return dist
```

Пример работы программы

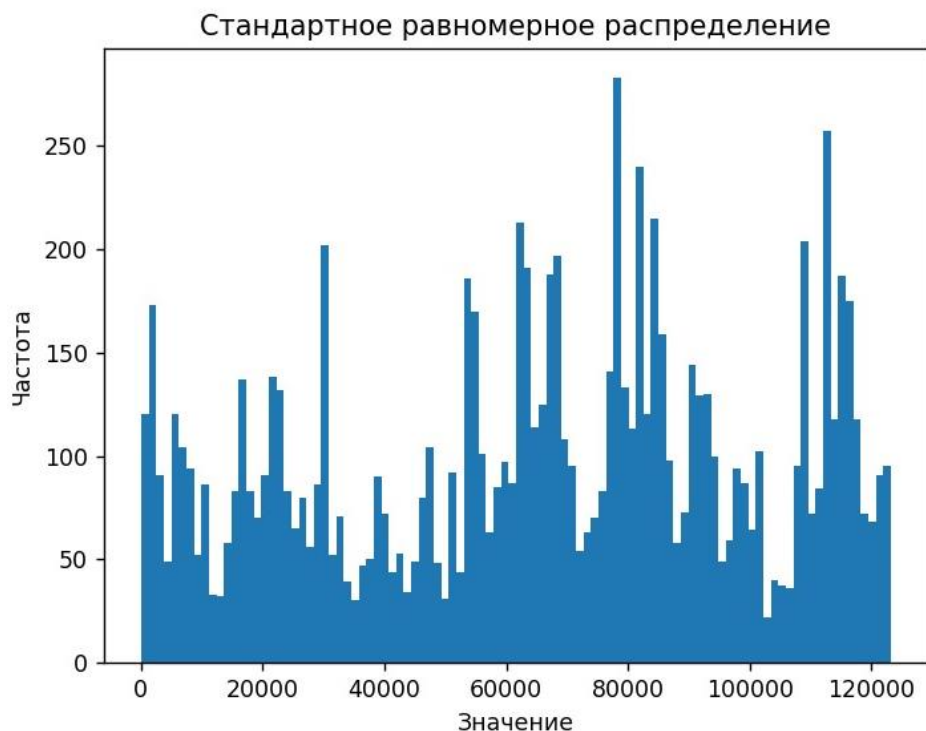
Введём следующие параметры для запуска программы: rnc.exe /f:rnd.dat /d:st /p1:134 /p2:123124 /s:distr-st.dat /v.

```

1 st
2 59772.1875, 91635.33203125, 61936.4765625, 99450.8203125, 62056.71484375, 109310.359375,
86224.609375, 81415.078125, 63499.57421875, 54120.98828125, 14803.0703125, 92837.71484375,
83819.84375, 1216.14453125, 114600.84375, 51115.03125, 113398.4609375, 77928.16796875,
93078.19140625, 91875.80859375, 2779.2421875, 75884.1171875, 90793.6640625, 26105.46875,
82617.4609375, 96565.1015625, 75042.44921875, 54000.75, 30674.5234375, 34522.1484375,
115322.2734375, 67587.67578125, 122296.09375, 77567.453125, 112075.83984375,
65182.91015625, 77567.453125, 22498.3203125, 2057.8125, 103538.921875, 54120.98828125,
107266.30859375, 108107.9765625, 59411.47265625, 1697.09765625, 50634.078125,
60012.6640625, 25384.0390625, 92717.4765625, 70713.87109375, 101134.15625, 5063.76953125,
50393.6015625, 21175.69921875, 46906.69140625, 49551.93359375, 63860.2890625,
99450.8203125, 78769.8359375, 59170.99609375, 66986.484375, 114841.3203125, 81174.6015625,
116043.703125, 28149.51953125, 36926.9140625, 96324.625, 108949.64453125, 9031.6328125,
89110.328125, 32598.3359375, 24301.89453125, 61215.046875, 97647.24609375, 11436.3984375,
76124.59375, 81054.36328125, 42578.11328125, 81415.078125, 112196.078125, 94160.3359375,
23339.98828125, 29953.09375, 6145.9140625, 21295.9375, 15885.21484375, 117005.609375,
89831.7578125, 90192.47265625, 17328.07421875, 55323.37109375, 15284.0234375,
110031.7890625, 68549.58203125, 94881.765625, 84781.75, 84541.2734375, 111354.41015625,
78769.8359375, 2899.48046875, 30073.33203125, 41255.4921875, 40534.0625, 7709.01171875,
100412.7265625, 60854.33203125, 13119.734375, 112196.078125, 42457.875, 87066.27734375,
15764.9765625, 74321.01953125, 101855.5859375, 62778.14453125, 112436.5546875,
50994.79296875, 17087.59765625, 118568.70703125, 68669.8203125, 31155.4765625,
105703.2109375, 105342.49609375, 106905.59375, 84541.2734375, 21295.9375, 86224.609375,
23219.75, 84060.3203125, 63619.8125, 78529.359375, 8189.96484375, 100653.203125,
67226.9609375, 116043.703125, 3741.1484375, 38970.96484375, 30674.5234375, 38610.25,
99210.34375, 4101.86328125, 108107.9765625, 16967.359375, 113278.22265625, 86585.32421875,
33440.00390625, 60132.90234375, 17688.7890625, 83819.84375, 78769.8359375, 74200.78125,
84541.2734375, 78769.8359375, 21175.69921875, 92597.23828125, 30794.76171875,
2418.52734375, 91515.09375, 77687.69140625, 121334.1875, 98849.62890625, 78649.59765625,
16245.9296875, 42457.875, 26947.13671875, 9993.5390625, 68910.296875, 100532.96484375,
116524.65625, 66986.484375, 112316.31640625, 855.4296875, 56044.80078125, 60974.5703125,
8189.96484375, 97286.53125, 65904.33984375, 54241.2265625, 82617.4609375, 47868.59765625,
111594.88671875, 87066.27734375, 51475.74609375, 40293.5859375, 59050.7578125,
69030.53515625, 91755.5703125, 19372.125, 120853.234375, 84781.75, 111715.125,
65663.86328125, 48109.07421875, 11676.875, 71315.0625, 71074.5859375, 23700.703125,
36445.9609375, 63018.62109375, 57367.421875, 43660.2578125, 33079.2890625,
106063.92578125, 77447.21484375, 54241.2265625, 93919.859375, 69030.53515625,
111234.171875, 58690.04296875, 30313.80859375, 3019.71875, 78529.359375, 69751.96484375

```

Normal t length: 148 329 lines: 2 Ln: 1 Col: 1 Pos: 1 Windows (CR LF) UTF-8 INS



Алгоритм 2. Треугольное распределение.

Описание алгоритма

Если стандартные случайные числа U_1 и U_2 независимо получены методом генерации стандартного равномерного числа, то случайное число Y , подчиняющееся треугольному распределению, определяют по формуле:

$$Y = a + b(U_1 + U_2 - 1).$$

Параметры запуска программы

rnc.exe /f:rnd.dat /d:tr /p1:a /p2:b

Исходный текст программы

```
"""
Реализация треугольного распределения
"""
__all__ = ['tr']

from .uniform import _gen

def distribution(numbers, a, b):
    res = []
    m = max(numbers) + 1
    uni = _gen(numbers=numbers, m=m)
    i = 0
    while i <= len(numbers) - 2:
        u1, u2 = next(uni), next(uni)
        res.append(a + b * (u1 + u2 - 1))
        i += 2
    return res

def tr(numbers : list,
        p1,
        p2):
    dist = distribution(numbers=numbers, a=p1, b=p2)
    return dist
```

Пример работы программы

Введём следующие параметры для запуска программы: rnc.exe /f:rnd.dat /d:tr /p1:289 /p2:1323 /s:distr-tr.dat /v.


```
1 tr
2 590.0341796875, 697.26953125, 804.5048828125, 764.453125, 226.984375, 119.7490234375,
-123.1455078125, 743.78125, 1018.9755859375, 950.5, -191.62109375, 219.232421875,
888.484375, 349.7236328125, -336.32421875, 928.5361328125, 1110.70703125, 867.8125,
38.353515625, 97.78515625, 697.26953125, 763.1611328125, -474.5673828125, -119.26953125,
719.2333984375, 104.2451171875, -267.8486328125, -0.40625, 717.94140625, 445.3310546875,
916.908203125, 1082.283203125, -337.6162109375, 1168.8466796875, 17.681640625,
-425.4716796875, 670.1376953125, -96.013671875, 291.583984375, 1043.5234375,
225.6923828125, -648.986328125, -637.3583984375, 1185.642578125, 118.45703125,
-278.1845703125, 882.0244140625, 893.65234375, 1068.0712890625, -159.3212890625,
-270.4326171875, -518.4951171875, 695.9775390625, 309.671875, 354.8916015625,
-68.8818359375, 732.1533203125, 719.2333984375, 420.783203125, 35.76953125,
1230.8623046875, 1020.267578125, 118.45703125, 115.873046875, 490.55078125,
132.6689453125, 932.412109375, -577.9267578125, -292.396484375, 73.2373046875,
307.087890625, 1110.70703125, -31.4140625, 53.857421875, 606.830078125, 717.94140625,
185.640625, -679.994140625, 781.2490234375, 1329.0537109375, -17.2021484375,
-291.1044921875, -189.037109375, 1295.4619140625, 889.7763671875, -425.4716796875,
-293.6884765625, 716.6494140625, 433.703125, 676.59765625, 451.791015625, 30.6015625,
690.8095703125, 469.87890625, 1074.53125, 185.640625, -145.109375, -18.494140625,
31.8935546875, 48.689453125, 458.2509765625, 378.1474609375, 714.0654296875,
789.0009765625, -678.7021484375, 556.4423828125, 903.98828125, 220.5244140625, -207.125,
-71.4658203125, 746.365234375, 33.185546875, 437.5791015625, -753.6376953125,
538.3544921875, 924.66015625, 856.1845703125, -234.2568359375, 30.6015625, 264.4521484375,
714.0654296875, 348.431640625, 99.0771484375, 689.517578125, 149.46484375,
1037.0634765625, 136.544921875, -204.541015625, 918.2001953125, 636.5458984375,
-386.7119140625, 389.775390625, 920.7841796875, 853.6005859375, 108.12109375,
-111.517578125, -222.62890625, -45.6259765625, 427.2431640625, 411.7392578125,
42.2294921875, 1264.4541015625, 891.068359375, 126.208984375, -373.7919921875,
447.9150390625, 257.9921875, -19.7861328125, -273.0166015625, -386.7119140625,
-422.8876953125, 318.7158203125, 1059.02734375, 221.81640625, -10.7421875, 1087.451171875,
1048.69140625, 388.4833984375, 13.8056640625, 60.3173828125, 932.412109375,
303.2119140625, 188.224609375, -129.60546875, 891.068359375, 261.8681640625,
-523.6630859375, -577.9267578125, -45.6259765625, 281.248046875, 1048.69140625,
-128.3134765625, 592.6181640625, 69.361328125, 485.3828125, 71.9453125, -844.0771484375,
799.3369140625, 954.3759765625, 987.9677734375, 511.22265625, 53.857421875, 800.62890625,
724.4013671875, 391.0673828125, -686.4541015625, 559.0263671875, 1102.955078125,
978.923828125, 206.3125, -65.005859375, 686.93359375, 956.9599609375, 453.0830078125,
-506.8671875, 662.3857421875, 534.478515625, -177.4091796875, 835.5126953125
```

Normal t length: 76 497 lines: 2 Ln: 1 Col: 1 Pos: 1 Windows (CR LF) UTF-8 INS



Алгоритм 3. Общее экспоненциальное распределение.

Описание алгоритма

Случайное число, соответствующее экспоненциальному распределению, получают по формуле

$$Y = -b\ln(U) + a.$$

Параметры запуска программы

rnc.exe /f:rnd.dat /d:ex /p1:a /p2:b

Исходный текст программы

```
"""
Реализация экспоненциального распределения
"""
__all__ = ['ex']

from math import log
from .uniform import _gen

def distribution(numbers, a, b):
    m = max(numbers) + 1
    uni = _gen(numbers=numbers, m=m)
    res = []
    for _ in range(len(numbers)):
        x = next(uni)
        if x == 0:
            res.append(0)
        else:
            res.append(a - b * log(x))
    return res

def ex(numbers : list,
        p1,
        p2):
    dist = distribution(numbers=numbers, a=p1, b=p2)
    return dist
```

Пример работы программы

Введём следующие параметры для запуска программы: rnc.exe /f:rnd.dat /d:ex /p1:289 /p2:1323 /s:distr-ex.dat /v.

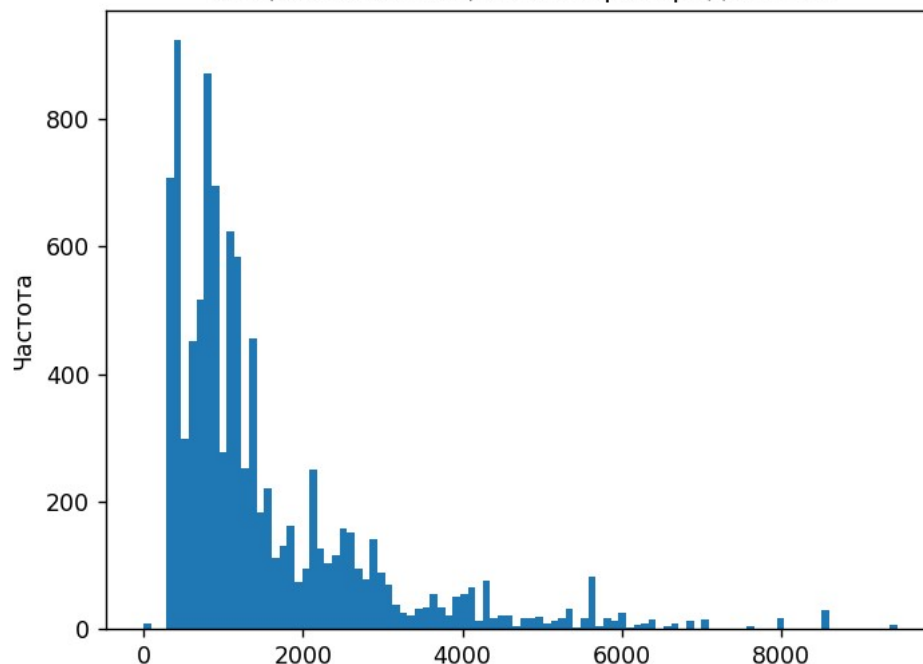

```

1 ex
2 1248.0372477509973, 681.7172663570661, 1200.875818610893, 573.2823134398225,
1198.3043892299534, 448.0608859185654, 762.3583379191423, 838.4137592032349,
1167.8308730878541, 1379.745918325074, 3103.6173566259777, 664.4454805837916,
799.8395981856393, 6552.409082992259, 385.45565777910014, 1455.5398375361963,
399.42622054354814, 896.423051183385, 661.0180175269172, 678.2448234187398,
5369.888033015025, 931.6498777609562, 693.9430959335506, 2347.843865441926,
818.9860973267303, 612.2925106006778, 946.4321544522759, 1382.695752323051,
2133.4439635425524, 1976.4600330934115, 377.14358855262793, 1085.1164408015493,
299.37652378093725, 902.5717841720166, 414.9661749705167, 1133.1434928941812,
902.5717841720166, 2545.6743494855114, 5791.2023192848455, 519.9156478335633,
1379.745918325074, 473.0655212641957, 462.7121984442664, 1256.0635615495976,
6065.909198886464, 1468.0802157880578, 1242.7132969044605, 2385.1139356688655,
666.1625476645303, 1025.1793621755048, 551.0464959072501, 4546.281354558277,
1474.3952635778237, 2626.3253553072673, 1569.521727200872, 1496.738376029558,
1160.3209191474966, 573.2823134398225, 882.1861728302026, 1261.4416177359258,
1096.960745514556, 382.6791614819934, 842.3337620710943, 368.8834160383246,
2247.613324740654, 1887.0341089250767, 615.5958831034086, 452.4392682930742,
3765.0590804989597, 718.7390024678375, 2052.6249470532266, 2443.0648054459193,
1216.410243661745, 597.5285632133852, 3448.5582018648615, 927.4565303517841,
844.2981276881015, 1697.9999594853248, 838.4137592032349, 413.54588497903933,
645.7033770666299, 2496.7980788869127, 2165.0709676318047, 4283.730762626639,
2618.786873372602, 3009.451140212953, 357.94946950691553, 708.0552297385009,
702.745523614795, 2893.493752974219, 1350.6037708979752, 3060.936235911271,
439.347352774236, 1066.3833844589406, 635.5912259261024, 784.7194336109864,
788.4833052819283, 423.5200840791379, 882.1861728302026, 5311.078351133811,
2159.747016785268, 1739.8825936742496, 1763.2991341767574, 3977.969955792079,
560.5304074874545, 1224.2463968767752, 3264.877585322734, 413.54588497903933,
1701.7531534917941, 749.4867978920308, 3019.589120855341, 959.2354801812484,
541.630086049043, 1182.979893568372, 410.7098710313177, 1458.6638059298507,
2912.12786383776, 340.37230753740283, 1064.060293431844, 2112.7716679567766,
492.5107554288171, 497.0389971569526, 477.52758282943546, 788.4833052819283,
2618.786873372602, 762.3583379191423, 2503.6708216153215, 796.0433258534576,
1165.3228154646924, 886.2382433791146, 3896.528863353828, 557.3615436970163,
1092.2102915776022, 368.8834160383246, 4959.553062869045, 1815.503175184502,
2133.4439635425524, 1827.8485213729157, 576.4895877378453, 4833.457694987923,
462.7121984442664, 2921.5442736959667, 400.83142513661915, 756.8266225431316,
2018.7620381222275 1240.0593341288172 2866.0256382879475 799.8395981856393

```

Normal t length: 193 555 lines: 2 Ln: 1 Col: 1 Pos: 1 Windows (CR LF) UTF-8 INS

Общее экспоненциальное распределение



Алгоритм 4. Нормальное распределение.

Описание алгоритма

Два независимых нормальных случайных числа Z_1, Z_2 получают в соответствии со следующей процедурой

$$Z_1 = \mu + \sigma \sqrt{-2 \ln(1 - U_1)} \cos(2\pi U_2),$$

$$Z_2 = \mu + \sigma \sqrt{-2 \ln(1 - U_1)} \sin(2\pi U_2).$$

Параметры запуска программы

rnc.exe /f:rnd.dat /d:nr /p1: μ /p2: σ

Исходный текст программы

```
"""
Реализация нормального распределения
"""
__all__ = ['nr', 'distribution']

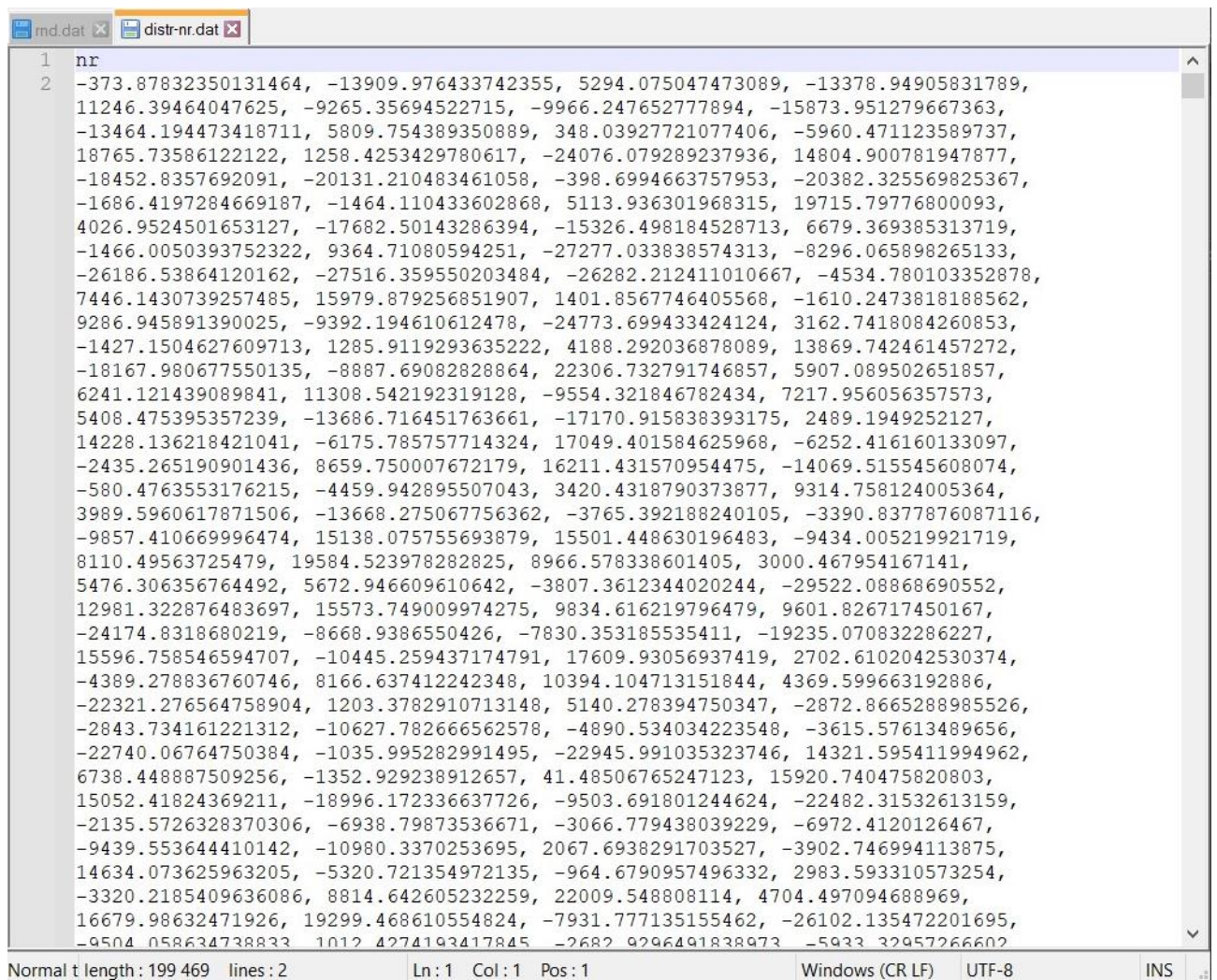
from math import sqrt, cos, sin, log, pi
from .uniform import _gen

def distribution(numbers, mu, si):
    m = max(numbers) + 1
    uni = _gen(numbers=numbers, m=m)
    res = []
    i = 0
    while i <= len(numbers) - 2:
        u1, u2 = next(uni), next(uni)
        res.append((mu + si * sqrt(-2 * log(1 - u1)) * cos(2 * pi * u2)))
        res.append((mu + si * sqrt(-2 * log(1 - u1)) * sin(2 * pi * u2)))
        i += 2
    return res

def nr(numbers : list,
        p1,
        p2):
    dist = distribution(numbers=numbers, mu=p1, si=p2)
    return dist
```

Пример работы программы

Введём следующие параметры для запуска программы: rnc.exe /f:rnd.dat /d:nr /p1:234 /p2:12300 /s:distr-nr.dat /v.



Алгоритм 5. Гамма распределение (для параметра $c=k$).

Описание алгоритма

Используя независимые равномерные случайные числа U_1, U_2, \dots, U_k , применяют формулу

$$Y = a - b * \ln\{(1 - U_1)(1 - U_2) \dots (1 - U_k)\}.$$

Параметры запуска программы

rnc.exe /f:rnd.dat /d:gm /p1:a /p2:b /p3:c

Исходный текст программы

```
"""
Реализация гамма-распределения, где c = k
"""
__all__ = ['gm']

from math import log
from .uniform import _gen

def distribution(numbers, a, b, c):
    m = max(numbers) + 1
    uni = _gen(numbers=numbers, m=m)
    res = []
    i = 0
    while i < len(numbers) - c + 1:
        j = 1
        for k in range(c):
            j *= (1 - next(uni))
        x = a - b * log(j)
        res.append(x)
        i += c
    return res

def gm(numbers : list,
        p1,
        p2,
        p3):
    dist = distribution(numbers=numbers, a=p1, b=p2, c=p3)
    return dist
```

Пример работы программы

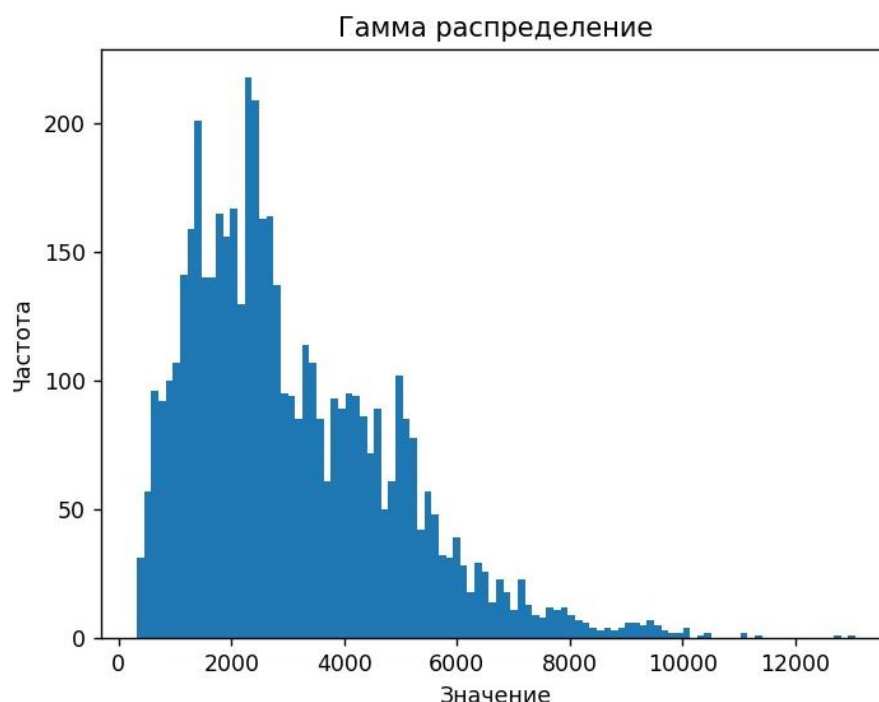
Введём следующие параметры для запуска программы: `rnc.exe /f:rnd.dat /d:gm /p1:289 /p2:1323 /p3:2 /s:distr-gm.dat /v.`

```

1 gm
2 2963.7002297015865, 3385.171725881877, 4095.145848886091, 3306.288504000484,
  2008.8782291154184, 2306.495093986792, 1806.8595253013314, 4508.50718830695,
  4951.224450491828, 3957.6396602568793, 1581.3585529989027, 2366.056542437894,
  3778.0425016750933, 2290.5329941888976, 1099.4820665261816, 4966.548281359104,
  8019.726670624598, 4456.883235392042, 1865.6908833292264, 2733.04899106551,
  3752.9109370038777, 3929.7632806162624, 1004.3119589843091, 1473.987328942802,
  3260.0295452391633, 2614.0385243447636, 1230.9818725565374, 1600.0317138375142,
  3427.3426267676614, 2499.6260769853093, 4874.491636885805, 5462.810978414697,
  1100.2319464087464, 5147.286289625382, 2084.9822749102395, 983.0392412458636,
  3273.085611650476, 1686.745776100491, 2264.7526557572774, 4904.884229438643,
  2473.770567317099, 722.1234586946805, 719.6052699638569, 5956.836224520212,
  2227.3469962897134, 1249.4289549456016, 4313.785388400678, 3769.5362421321097,
  4910.599141132838, 1665.8273481226847, 1195.3223724547745, 899.1416219626423,
  3416.5927127193595, 3624.466459716398, 2466.0957328412637, 1689.2958127210404,
  3544.3339655377695, 4211.085105379132, 4808.443099387591, 1749.1477940406473,
  5416.141874330181, 4490.500289032104, 2127.9213035894263, 2077.9788428615398,
  2587.6778773557007, 2621.0497938998715, 5084.098947848084, 829.7081386627427,
  1161.8819812755164, 2493.0011927545265, 3255.4367408497455, 5215.575793049648,
  1590.1442562767172, 1998.6909503446714, 2853.2034494200157, 3166.3782264014694,
  2376.1924238816428, 692.6602934477139, 3397.33334829527, 7932.168007820637,
  1817.7530735997727, 1171.2085801325868, 1481.3618954335827, 6369.302809849644,
  4527.383714995313, 1097.6161988548074, 1280.145265214598, 3358.556746804727,
  2521.2559865613325, 4055.959499798824, 2622.6611763349774, 1672.6677190585185,
  3177.2833289781784, 5720.759826576457, 4959.553062869045, 1947.3690746402528,
  1561.0463618930517, 1705.7820757496188, 1697.0852671256678, 1693.2358624792664,
  3305.474099542634, 2362.822132992741, 3271.449545391203, 4220.65876251868,
  692.3949822416263, 2731.22553106844, 3950.610284120293, 2004.7135967387733,
  1334.6030915938015, 1572.660771160373, 3583.169582941057, 1875.0301380449687,
  2525.0255311687133, 597.2195407560739, 2679.902260074919, 3987.8505095578353,
  3688.3409550023425, 1255.728157821093, 1739.8825936742496, 5373.769698391248,
  4543.385421924478, 2321.308898452582, 1769.7517337397087, 3174.3530952221795,
  2260.630344636839, 4875.461222858113, 2318.263815775981, 1556.0922868695302,
  5535.322275297575, 3114.8266744108328, 1044.6735508911415, 7441.882265794381,
  5118.322571184846, 4164.229214019555, 2473.895569492807, 1457.784443983219,
  1418.509836903985, 1635.5562440722608, 4142.918371794094, 4142.732537611817,
  2198.562153020661, 7640.865224506413, 5164.470944465607, 2817.716575618368,
  1134.2138194477918 2955.7782209795014 4884.545123184976 2009.8739497116599

```

Normal t length : 96 872 lines : 2 Ln : 1 Col : 1 Pos : 1 Windows (CR LF) UTF-8 INS



Алгоритм 6. Логнормальное распределение.

Описание алгоритма

Используя стандартные нормальные случайные числа Z , применяют формулу $Y = a + \exp(b - Z)$ для получения случайных чисел, соответствующих логнормальному распределению.

Параметры запуска программы

rnc.exe /f:rnd.dat /d:ln /p1:a /p2:b

Исходный текст программы

```
"""
Реализация логнормального распределения с заданным интервалом
"""
__all__ = ['ln']

from math import e
from .normal import distribution as d

def distribution(numbers, a, b):
    dist = d(numbers=numbers, mu=0, si=1)
    return [a + e ** (b - dist[i]) for i in range(len(dist))]

def ln(numbers : list,
        p1,
        p2):
    dist = distribution(numbers=numbers, a=p1, b=p2)
    return dist
```

Пример работы программы

Введём следующие параметры для запуска программы: rnc.exe /f:rnd.dat /d:ln /p1:289 /p2:132 /s:distr-ln.dat /v.

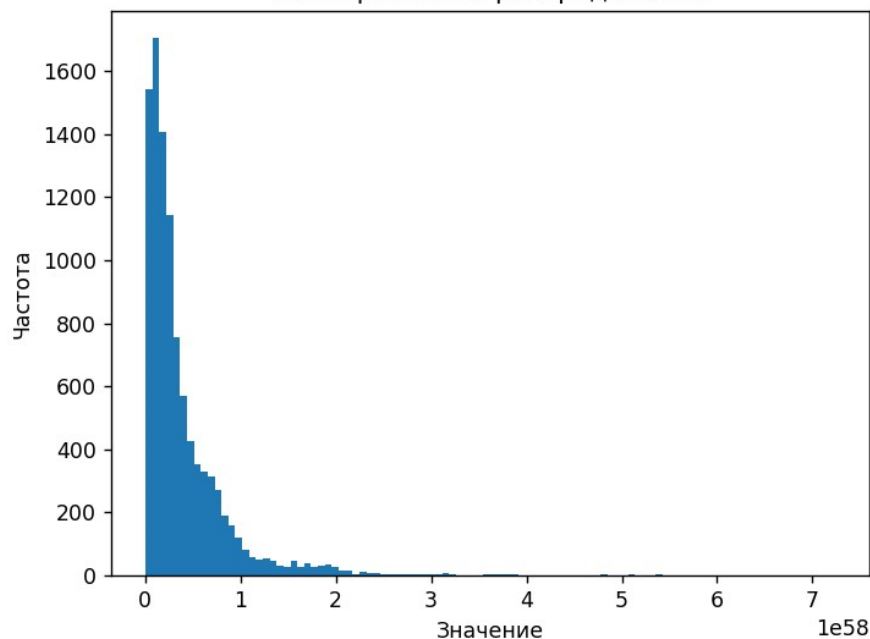

```

1 ln
2 2.2301541335114847e+57, 6.703075712117301e+57, 1.4067210279535095e+57,
6.419842118200656e+57, 8.670427997344399e+56, 4.594937445167053e+57,
4.864374453550627e+57, 7.863558460016688e+57, 6.464489508508526e+57,
1.3489632498634208e+57, 2.1030280051365964e+57, 3.512279433104934e+57,
4.704829810651153e+56, 1.9529930359944887e+57, 1.531877055091735e+58,
6.492247108711618e+56, 9.697854155224849e+57, 1.1115692722949591e+58,
2.234659081849636e+57, 1.1344961553842099e+58, 2.4812969435285075e+57,
2.4368530131853057e+57, 1.4274746592641205e+57, 4.355105325339513e+56,
1.5593663945847834e+57, 9.109117473426437e+57, 7.521238755744758e+57,
1.2568843595190617e+57, 2.437228397850278e+57, 1.0103688755317475e+57,
1.9872147279063452e+58, 4.246737291041969e+57, 1.818616192301051e+58,
2.026259330856244e+58, 1.8328171937600362e+58, 3.1278798123996243e+57,
1.18092331624236e+57, 5.900765021833748e+56, 1.9303512749163328e+57,
2.465978067807242e+57, 1.016777017892992e+57, 4.64256561343585e+57,
1.6212717980103237e+58, 1.6728698242816963e+57, 2.4295415633350084e+57,
1.9486335907631083e+57, 1.5390456889910126e+57, 7.005095720185802e+56,
9.475842728962943e+57, 4.455995887394967e+57, 3.5279030974325256e+56,
1.338330458295701e+57, 1.3024744033358135e+57, 8.626729878284505e+56,
4.704164703431922e+57, 1.2030360387529507e+57, 1.3936979953910832e+57,
6.58250429268061e+57, 8.738019020982816e+57, 1.767030613699643e+57, 6.803928326331716e+56,
3.5743040742449175e+57, 5.409350187593043e+56, 3.596641907533615e+57,
2.6370559633317405e+57, 1.0699686762497805e+57, 5.79071988214541e+56,
6.790585326630196e+57, 2.267929473865107e+57, 3.1089065507132065e+57,
1.6381870891988697e+57, 1.0144805226430392e+57, 1.5641095527510193e+57,
6.572642541908185e+57, 2.9382187658364768e+57, 2.8500939495583858e+57,
4.821521736531592e+57, 6.318749446945845e+56, 6.134808149130904e+56,
4.6583736444548915e+57, 1.118830787595478e+57, 4.401834829764573e+56,
1.0436080425066914e+57, 1.695086217812148e+57, 1.3860333056046063e+57,
1.3640509581490549e+57, 2.9482614373685155e+57, 2.3851423510470756e+58,
7.529789441451247e+56, 6.098853035189655e+56, 9.724970813183559e+56,
9.910778121565587e+56, 1.5442254870795196e+58, 4.377447754752944e+57,
4.088949821431317e+57, 1.03346361460224e+58, 6.087454612006562e+56, 5.057549987801675e+57,
5.168370785208384e+56, 1.7366356077660877e+57, 3.091096948823101e+57,
1.1137356645955618e+57, 9.292522262228607e+56, 1.5165258357677277e+57,
1.328203037011115e+58, 1.9617529899788745e+57, 1.4244208029163327e+57,
2.7325643046190743e+57, 2.7260999249840393e+57, 5.133160035423509e+57,
3.219668753270648e+57, 2.9026478404351142e+57, 1.3742044532072312e+58

```

Normal t length: 233 579 lines: 2 Ln: 1 Col: 1 Pos: 1 Windows (CR LF) UTF-8 INS

Логнормальное распределение



Алгоритм 7. Логистическое распределение.

Описание алгоритма

Если стандартные равномерные случайные числа U генерированы методом, изложенным выше, то случайные числа, соответствующие логистическому распределению, получают по формуле

$$Y = a + b \ln \left(\frac{U}{1 - U} \right).$$

Параметры запуска программы

rnc.exe /f:rnd.dat /d:ls /p1:a /p2:b

Исходный текст программы

```
"""
Реализация логистического распределения с заданным интервалом
"""
__all__ = ['ls']

from math import log
from .uniform import _gen

def distribution(numbers, a, b):
    m = max(numbers) + 1
    uni = _gen(numbers=numbers, m=m)
    res = []
    for _ in range(len(numbers)):
        u = next(uni)
        if u == 0:
            res.append(0)
        else:
            res.append(a + b * log(u / (1 - u)))
    return res

def ls(numbers : list,
        p1,
        p2):
    dist = distribution(numbers=numbers, a=p1, b=p2)
    return dist
```

Пример работы программы

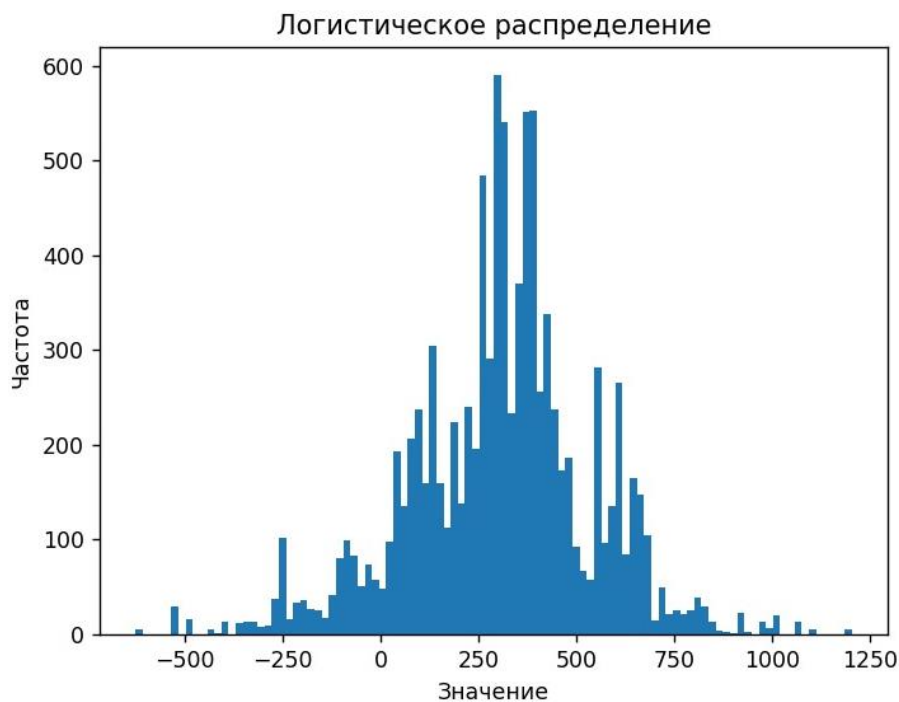
Введём следующие параметры для запуска программы: rnc.exe /f:rnd.dat /d:ls /p1:289 /p2:132 /s:distr-ls.dat /v.

```

1 ls
2 280.7473128784639, 429.2472709902776, 290.0312552452568, 477.53926205309045,
  290.5468927029442, 560.6103527493306, 400.3526106862934, 376.64675870744065,
  296.73658896270484, 256.3501757967273, 24.92166125652352, 436.0874527983268,
  388.3083588574364, -334.7553494664362, 629.8106568823409, 243.1701016020871,
  611.2497556051985, 360.2933461309815, 437.4770464481442, 430.6013663629528,
  -215.06982933381727, 350.95669613156906, 424.5600939892647, 114.8545580895252,
  382.43378865605837, 458.544921831239, 347.15723207547666, 255.8264954669204,
  142.60457528654652, 163.8703341809582, 642.1254807446654, 314.34318838961303,
  928.432695412534, 358.6336264866777, 593.0830915043431, 303.96914652559593,
  358.6336264866777, 90.30417166650761, -257.8937838836823, 507.73270690788286,
  256.3501757967273, 540.0633795008753, 548.2332372982953, 279.1986241696992,
  -285.69445372577934, 241.0418277612231, 281.7794500858765, 110.15942574237056,
  435.3954247134535, 327.95209446469084, 489.43752971814536, -130.36889105445738,
  239.97539093211833, 80.53593596480601, 224.31397350379962, 236.23013276992305,
  298.28507659528833, 477.53926205309045, 364.1877736480985, 278.16579687898525,
  311.7435997799475, 633.8062326806585, 375.4991982486079, 655.5305686752747,
  127.66174412534218, 176.41925034334866, 457.03146920730114, 556.8031114776684,
  -47.91638966353503, 415.41322514088523, 153.43990601073529, 102.92602937442479,
  286.9374580367933, 465.4808172695904, -13.529454111803318, 352.0468371750441,
  374.9266020156098, 204.21625743493317, 376.64675870744065, 594.6518393680246,
  443.82504589929846, 96.28797201452574, 138.4244618295928, -102.95925536429934,
  81.44364342050483, 35.640617986854124, 675.5107953360296, 419.29779221973234,
  421.25976093228553, 48.99588457073207, 261.57363121666174, 29.76676270170475,
  568.4902271473488, 318.51295800315023, 448.1479495978595, 393.0763715680837,
  391.87840531954515, 583.9769531338743, 364.1877736480985, -209.07039436696135,
  139.1258624586996, 197.8911024569269, 194.3985465079416, -70.67883810039632,
  484.25563158617035, 285.3904000864502, 6.7991618434118095, 594.6518393680246,
  203.64521422989307, 404.67146237810533, 34.48138513723302, 343.91937067708864,
  494.7531268294662, 293.6411030582789, 597.8360133626122, 242.63859627546128,
  46.837379050195494, 715.2385593456024, 319.03516948791673, 145.35461880389548,
  525.813276294335, 522.6766406144045, 536.6738251578076, 391.87840531954515,
  81.44364342050483, 400.3526106862934, 95.44350691926763, 389.4944672242278,
  297.2526871215361, 363.0718934102629, -62.00262191218246, 485.9686378336273,
  312.7828793297478, 655.5305686752747, -173.0712568992633, 186.7190655768248,
  142.60457528654652, 184.92362843191634, 475.89261756370945, -160.091320417983,
  548.2332372982953, 45.74846751625924, 609.5095341961191, 402.1965447069998,
  158.04970637919678 282.29543397710614 52.18672370566503 388.3083588574364

```

Normal t length: 193 825 lines: 2 Ln: 1 Col: 1 Pos: 1 Windows (CR LF) UTF-8 INS



Алгоритм 8. Биномиальное распределение.

Описание алгоритма

Метод обратной функции позволяет получить случайные числа Y , соответствующие биномиальному распределению. Для этого вычисляют функцию распределения:

$$F(y) = \sum_{k=0}^y \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}, \quad y = 0, 1, \dots, n.$$

Параметры запуска программы

rnc.exe /f:rnd.dat /d:bi /p1:n /p2:p

Исходный текст программы

```
"""
Реализация биномиального распределения с заданным интервалом
"""

__all__ = ['bi']

from math import comb
from .uniform import _gen

def distribution(numbers, p, n):
    m = max(numbers) + 1
    uni = _gen(numbers=numbers, m=m)
    res = []
    for _ in range(len(numbers)):
        k, accum = 0, 0
        u = next(uni)
        while accum < u:
            accum += comb(n, k) * pow(p, k) * pow(1 - p, n - k)
            k += 1
        res.append(k)
    return res

def bi(numbers : list,
        p1,
        p2):
    dist = distribution(numbers=numbers, p=p1, n=p2)
    return dist
```

Пример работы программы

Введём следующие параметры для запуска программы: rnd.exe /f:rnd.dat
/d:bi /p1:0.5 /p2:234 /s:distr-bi.dat /v.

2	118, 123, 118, 125, 118, 127, 122, 121, 118, 117, 109, 123, 122, 100, 129, 116, 129, 121, 123, 123, 103, 120, 123, 112, 121, 124, 120, 117, 113, 114, 130, 119, 136, 121, 128, 119, 121, 111, 102, 126, 117, 127, 127, 118, 101, 116, 118, 112, 123, 119, 125, 105, 116, 111, 116, 116, 118, 125, 121, 118, 119, 129, 121, 130, 112, 114, 124, 127, 107, 123, 113, 111, 118, 124, 108, 120, 121, 115, 121, 128, 123, 111, 113, 105, 111, 109, 131, 123, 123, 110, 117, 109, 127, 119, 124, 122, 122, 128, 121, 103, 113, 115, 115, 106, 125, 118, 108, 128, 115, 122, 109, 120, 125, 118, 128, 116, 110, 132, 119, 113, 126, 126, 127, 122, 111, 122, 111, 122, 118, 121, 106, 125, 119, 130, 104, 114, 113, 114, 125, 104, 127, 110, 129, 122, 113, 118, 110, 122, 121, 120, 122, 121, 111, 123, 113, 102, 123, 121, 134, 124, 121, 109, 115, 112, 107, 119, 125, 130, 119, 128, 99, 117, 118, 106, 124, 119, 117, 121, 116, 128, 122, 116, 115, 118, 119, 123, 110, 134, 122, 128, 119, 116, 108, 120, 119, 111, 114, 118, 117, 115, 113, 126, 120, 117, 123, 119, 128, 118, 113, 103, 121, 119, 125, 121, 116, 119, 117, 111, 112, 118, 118, 125, 121, 111, 121, 117, 111, 103, 120, 119, 125, 121, 124, 121, 116, 112, 113, 119, 97, 133, 116, 130, 121, 116, 117, 116, 119, 123, 111, 123, 121, 128, 123, 110, 102, 120, 118, 131, 118, 124, 111, 114, 138, 107, 119, 130, 127, 119, 124, 107, 117, 113, 107, 119, 119, 111, 111, 130, 130, 110, 123, 107, 134, 123, 131, 118, 126, 104, 117, 106, 114, 125, 100, 132, 106, 122, 116, 111, 117, 105, 114, 110, 116, 121, 129, 121, 117, 118, 104, 123, 121, 130, 121, 128, 121, 117, 112, 120, 118, 114, 130, 119, 123, 113, 117, 117, 121, 105, 123, 122, 105, 130, 113, 110, 113, 108, 120, 109, 117, 119, 130, 121, 117, 112, 117, 125, 118, 115, 123, 116, 122, 110, 109, 103, 118, 127, 125, 122, 127, 121, 130, 112, 113, 119, 118, 127, 119, 124, 121, 117, 113, 102, 119, 121, 122, 129, 127, 121, 111, 123, 104, 122, 115, 130, 122, 125, 122, 117, 112, 111, 123, 118, 116, 124, 118, 110, 122, 122, 109, 110, 100, 126, 121, 116, 121, 111, 118, 113, 118, 96, 126, 110, 117, 110, 117, 113, 108, 121, 113, 130, 111, 122, 121, 94, 118, 110, 118, 121, 121, 119, 134, 134, 118, 113, 111, 123, 120, 132, 127, 129, 122, 123, 105, 116, 116, 123, 118, 111, 129, 114, 109, 112, 113, 118, 113, 126, 113, 121, 121, 130, 109, 110, 119, 119, 128, 110, 130, 122, 117, 118, 100, 105, 119, 117, 117, 116, 122, 118, 109, 102, 120, 122, 117, 119, 125, 101, 117, 113, 109, 128, 119, 127, 127, 118, 122, 122, 111, 112, 122, 118, 125, 127, 115, 119, 112, 113, 113, 123, 108, 125, 122, 117, 121, 117, 110, 120, 106, 118, 132, 111, 129, 120, 108, 112, 105, 125, 121, 118, 138, 123, 130, 116, 121, 102, 119, 119, 117, 111, 128, 132, 107, 111, 105, 121, 109, 119, 123, 121, 129, 117, 111, 127, 119, 118, 131, 112, 119, 122, 109, 113, 118, 119, 118, 127, 121, 127, 121, 117, 113, 113, 109, 123, 133, 112, 121, 116, 116, 108, 105, 114, 121, 121, 122, 121, 121, 117, 111, 125, 125, 119, 138, 122, 129, 128, 110, 104, 120, 114, 111, 113, 119, 118, 119, 117, 115, 110, 110, 118, 125, 121, 128, 121, 117, 132, 118, 119, 114, 118, 122, 123, 109, 117, 111, 129, 119, 127, 130, 120, 121, 109, 115, 114, 107, 119, 128, 117, 121, 127, 121, 114, 113, 107, 121, 120, 130, 119, 121, 110, 117, 118, 124, 119, 119, 122, 129, 129, 121, 99, 123, 114, 122, 101, 125, 117, 120, 127, 115, 122, 110, 118, 119, 109, 128, 128, 127, 132, 120, 106, 112, 108, 132, 123, 121, 122
---	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Биномиальное распределение

