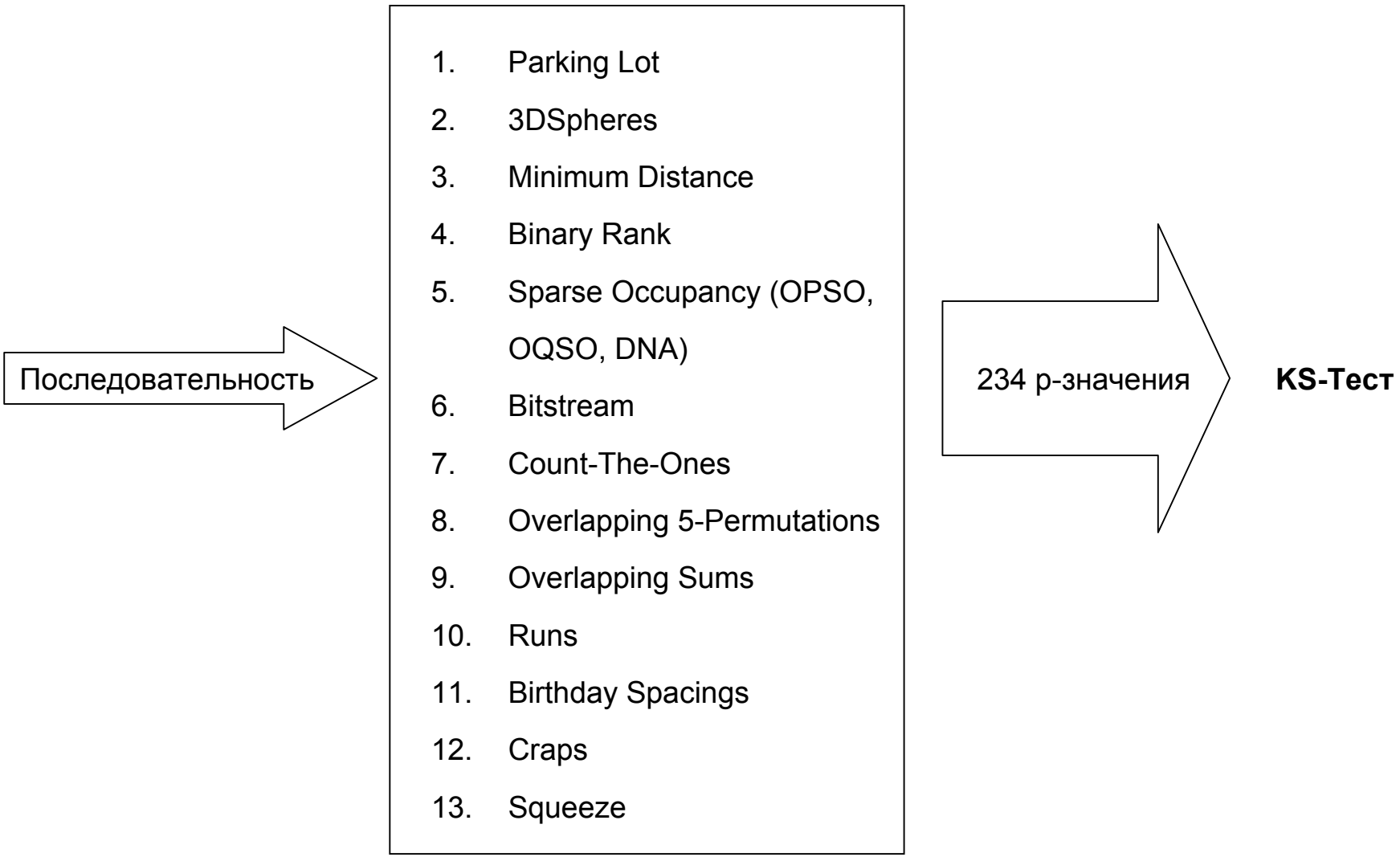
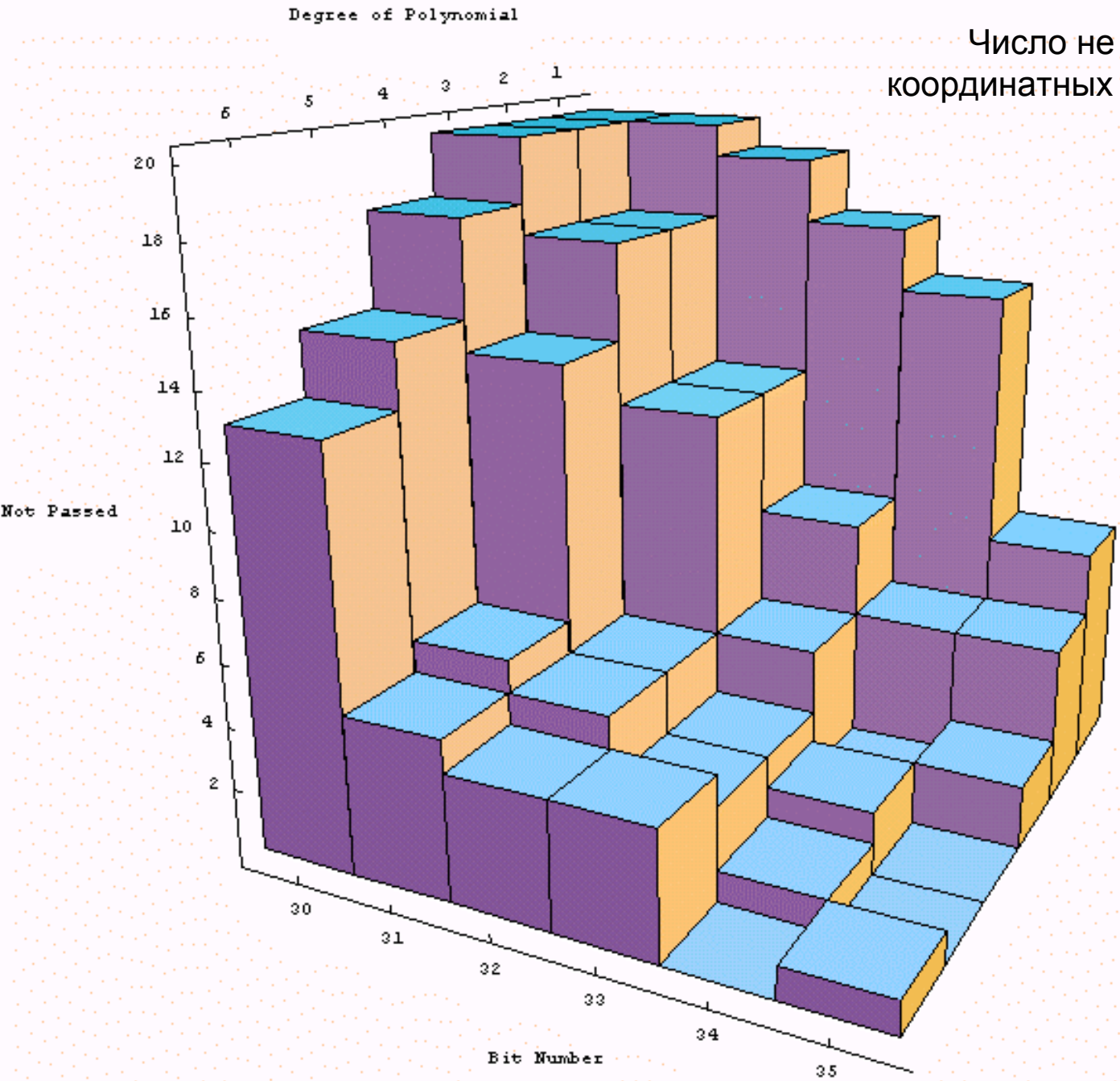
Батарея тестов DIEHARD



Число не прошедших DIEHARD координатных последовательностей



Генераторы – транзитивные (mod 2^{64}) полиномы с целыми коэффициентами степени 1–6.

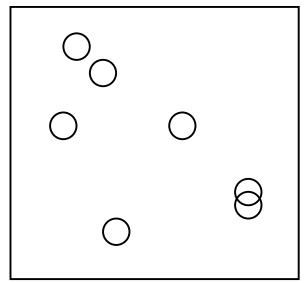
20 генераторов каждой степени

Съём последовательностей с разрядов 30–35.

Построено в Mathematica 4.2

A. Спектральные тесты

1. Parking Lot



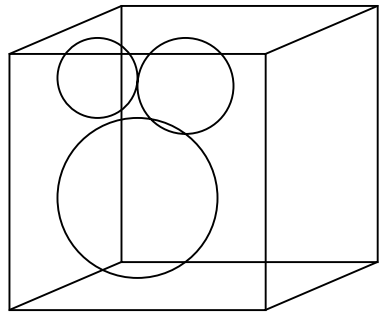
- случайная «парковка» окружностей единичного радиуса в квадрате 100x100
- подсчитывается число столкновений после 12.000 «парковок на слух»
- теоретическое распределение неизвестно, по результатам симуляции близко к нормальному
- тест повторяется 10 раз, 10 p-значений подвергаются KS-тесту
- требуемый размер последовательности 966656 байт (2^{23} бит)

```
CDPARK: result of ten tests on file lcg32.bin
           Of 12,000 tries, the average no. of successes
                should be 3523 with sigma=21.9
            Successes: 3493    z-score: -1.370 p-value:0.085365
            Successes: 3518    z-score: -0.228 p-value:0.409702
            Successes: 3559    z-score:  1.644 p-value:0.949895
            Successes: 3566    z-score:  1.963 p-value:0.975204
            Successes: 3538    z-score:  0.685 p-value:0.753306
            Successes: 3488    z-score: -1.598 p-value:0.055002
            Successes: 3505    z-score: -0.822 p-value:0.205562
            Successes: 3549    z-score:  1.187 p-value:0.882429
            Successes: 3525    z-score:  0.091 p-value:0.536383
            Successes: 3516    z-score: -0.320 p-value:0.374623

          square size   avg. no.  parked   sample sigma
             100           3525.700       25.495
            KSTEST for the above 10: p= 0.242967
```

A. Спектральные тесты

2. 3D Spheres

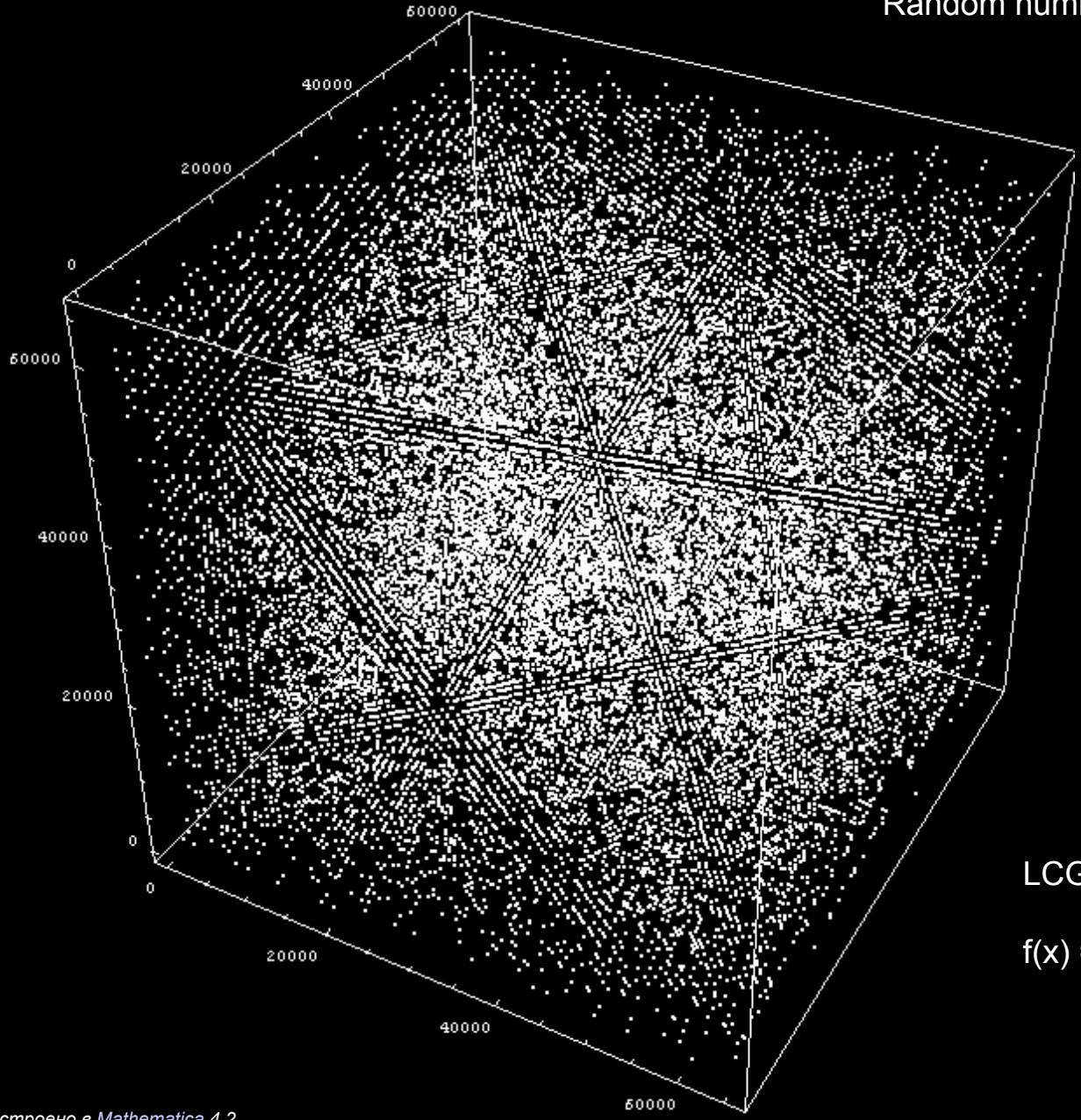


- построение сфер с центрами в 4000 случайных точках, касающихся ближайшей точки, в кубе с ребром 1000
- находится куб радиуса наименьшей сферы
- теоретическое распределение близко к нормальному
- тест повторяется 20 раз, 20 p-значений подвергаются KS-тесту
- требуемый размер последовательности 966656 байт (2^{23} бит)

```
 The 3DSPHERES test for file lcg32.bin
 sample no:  1     r^3=   0.331     p-value=0.01096
 sample no:  2     r^3=   6.390     p-value=0.19184
 sample no:  3     r^3=  33.999     p-value=0.67803
 sample no:  4     r^3=  52.795     p-value=0.82793
 sample no:  5     r^3=  40.820     p-value=0.74351
 sample no:  6     r^3=  20.509     p-value=0.49522
 sample no:  7     r^3= 146.515     p-value=0.99243
 sample no:  8     r^3=  68.361     p-value=0.89758
 sample no:  9     r^3=  32.055     p-value=0.65647
 sample no: 10     r^3=   6.998     p-value=0.20806
 sample no: 11     r^3=  50.577     p-value=0.81472
 sample no: 12     r^3=  25.135     p-value=0.56736
 sample no: 13     r^3= 101.683     p-value=0.96627
 sample no: 14     r^3=   0.964     p-value=0.03162
 sample no: 15     r^3=   1.687     p-value=0.05468
 sample no: 16     r^3=   2.572     p-value=0.08216
 sample no: 17     r^3=  13.575     p-value=0.36397
 sample no: 18     r^3=   9.531     p-value=0.27218
 sample no: 19     r^3=  24.961     p-value=0.56483
 sample no: 20     r^3=   1.286     p-value=0.04196
  A KS test is applied to those 20 p-values.
------------------------------------------------------
       3DSPHERES test for file lcg32.bin           p-value=0.563370
```

Random numbers fall mainly in the planes

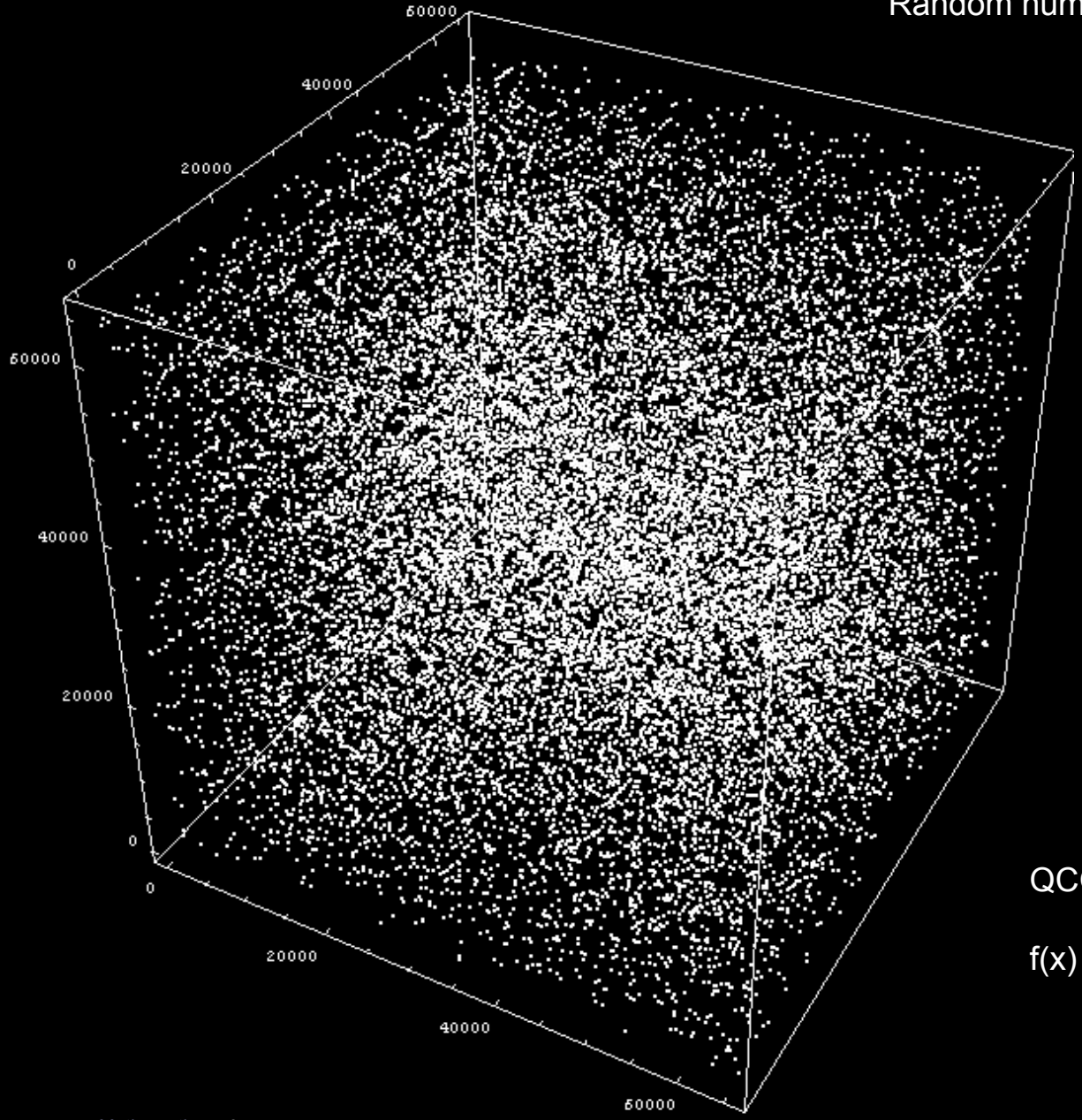
G. Marsaglia



LCG16:

$f(x) = 137x + 187 \pmod{2^{16}}$

Построено в Mathematica 4.2



Random numbers fall mainly in the planes

G. Marsaglia

QCG16:

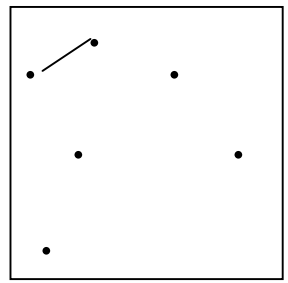
$f(x) = 136x^2 + 89x + 185 \pmod{2^{16}}$

Построено в Mathematica 4.2

A. Спектральные тесты

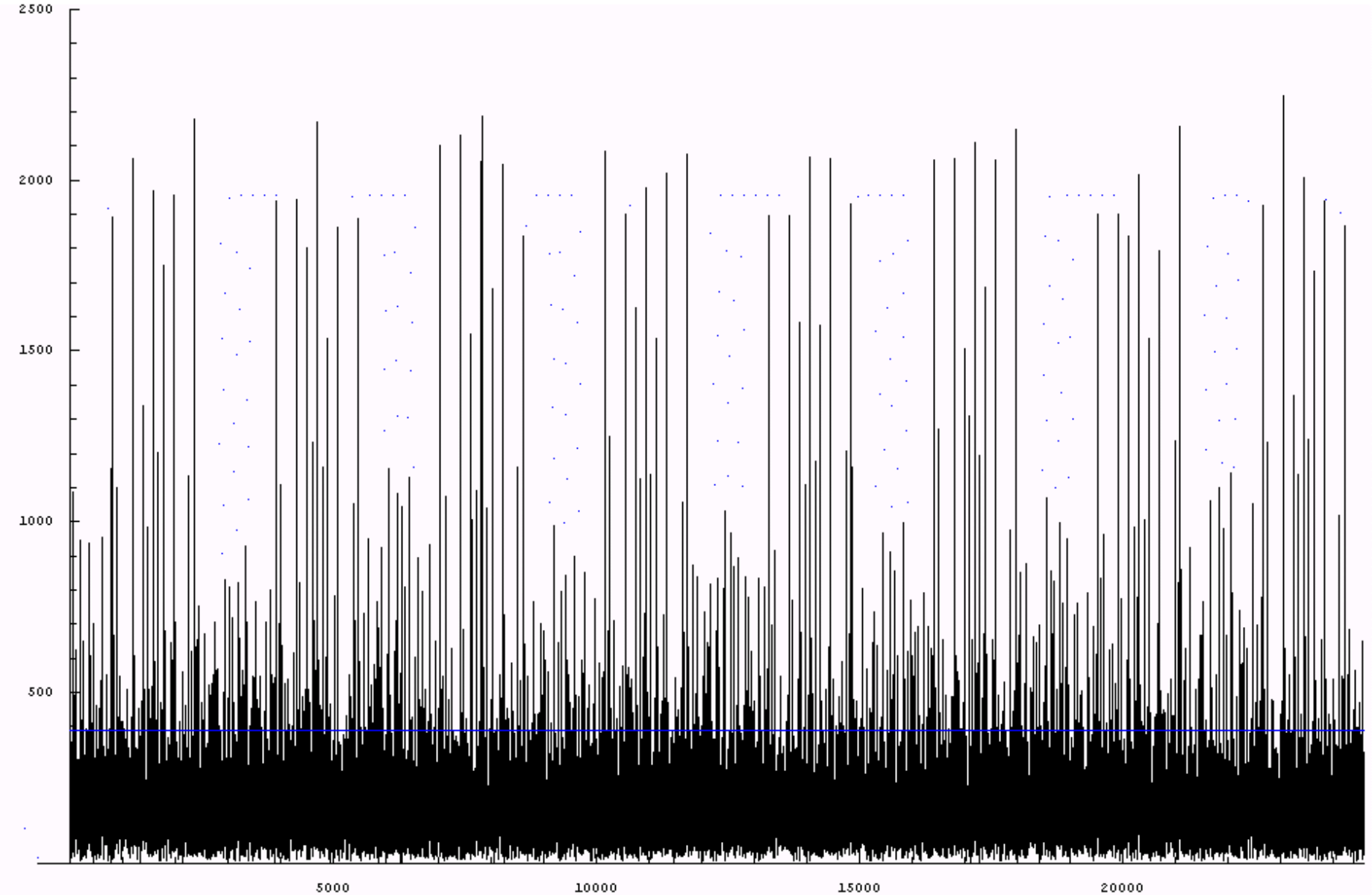
3. Minimum Distance

- 8000 случайых точек, в квадрате со стороной 10000
- находится наименьшее расстояние между точками
- теоретическое распределение близко к экспоненциальному
- тест повторяется 100 раз, p-значения подвергаются KS-тесту
- требуемый размер последовательности 6406144 байт



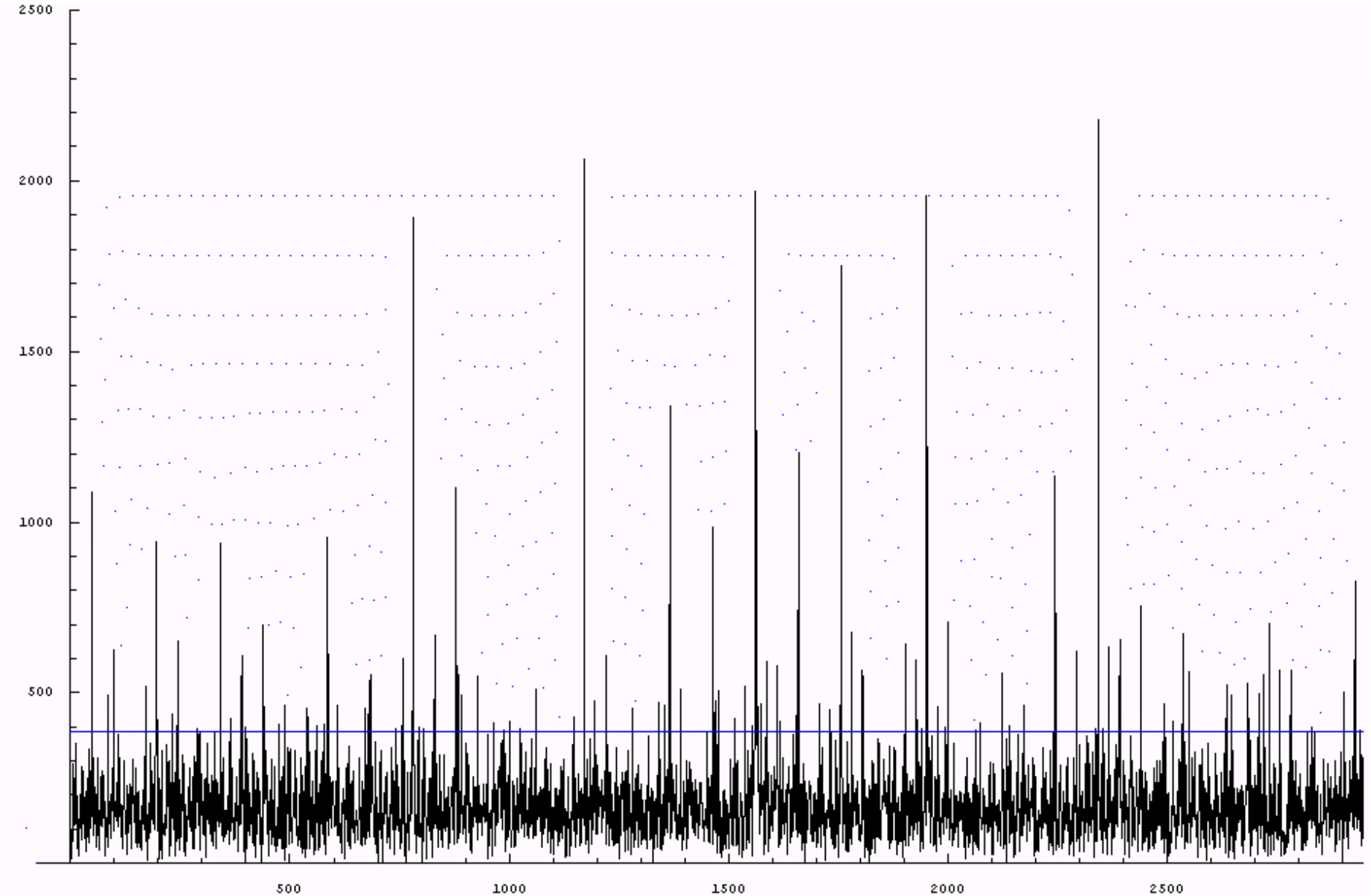
```
This is the MINIMUM DISTANCE test
             for random integers in the file lcg32.bin
     Sample no.    d^2     avg     equiv uni
           5    0.1076   0.3596    0.102497
          10    0.7525   0.4734    0.530579
          15    0.9985   0.4808    0.633426
          20    1.7007   0.6679    0.818994
          25    0.0269   0.6447    0.026673
          30    1.5348   0.7822    0.786165
          35    2.6946   0.8456    0.933339
          40    2.0414   0.8720    0.871480
          45    0.8303   0.9565    0.565890
          50    0.3480   0.9425    0.295135
          55    0.1073   0.8936    0.102247
          60    0.9917   0.9218    0.630906
          65    0.6742   0.9514    0.492157
          70    1.9540   0.9759    0.859686
          75    1.3972   0.9872    0.754432
          80    0.6732   0.9853    0.491628
          85    1.2877   0.9848    0.725867
          90    1.1515   0.9833    0.685664
          95    3.8811   1.0080    0.979771
         100    0.0269   0.9794    0.026673
   MINIMUM DISTANCE TEST for lcg32.bin
 Result of KS test on 20 transformed mindist^2's: p-value=0.549692
```

FFT, LCG16, 50000 бит



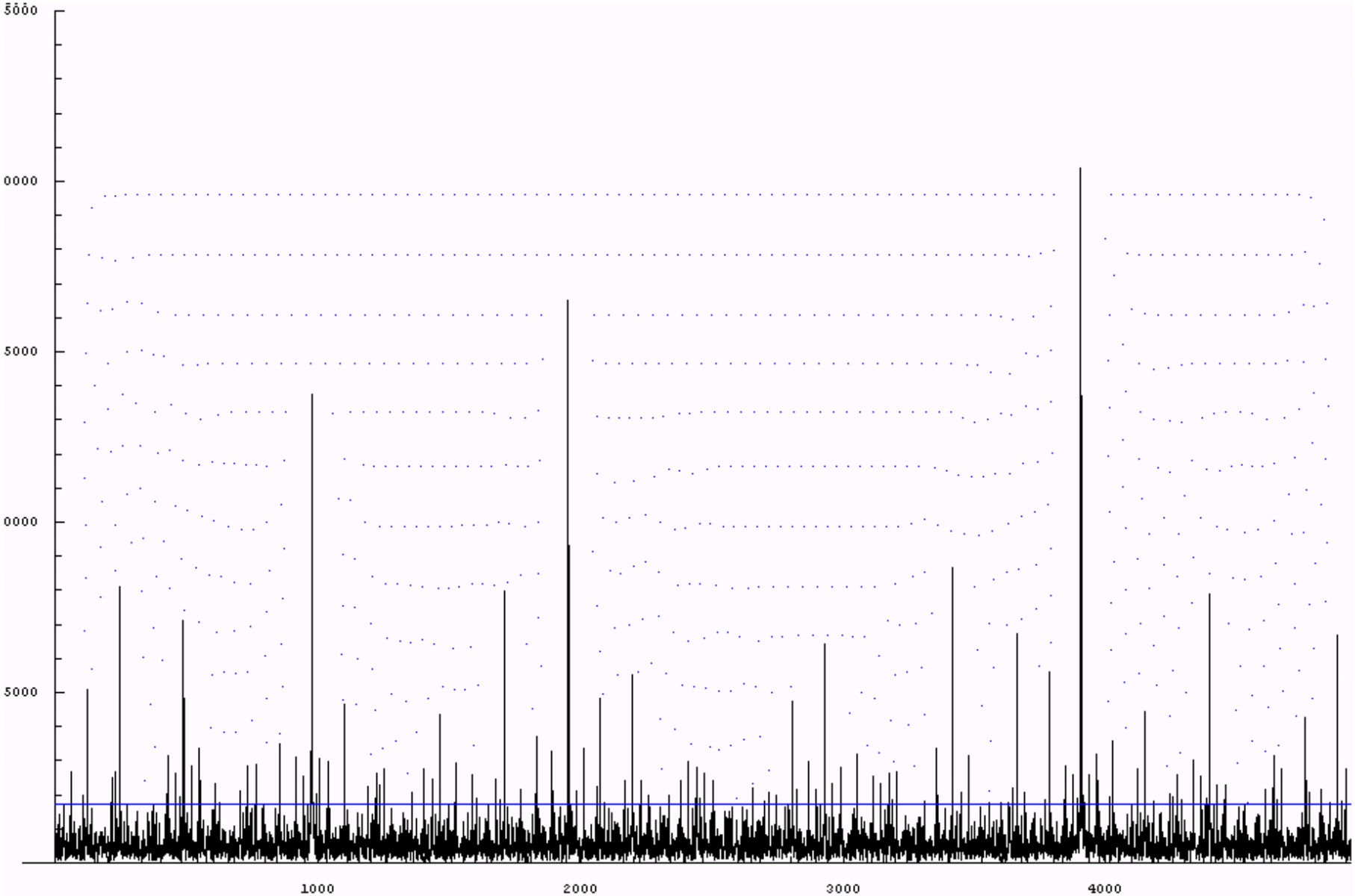
Построено в Mathematica 4.2

FFT, LCG16, 50000 бит (первые 3000 коэффициентов)



Построено в Mathematica 4.2

FFT, LCG16, 10^6 бит (первые 5000 коэффициентов)



Построено в Mathematica 4.2

Б. Ранги двоичных матриц

4. Binary Rank 6x8, 31x31, 32x32

- построение матриц, в качестве строк берутся 8, 31 или 32 бита 32-битных чисел
- вычисляются ранги матриц
- теоретическое распределение известно
- распределение рангов оценивается по χ^2
- полученные p-значения подвергаются KS-тесту

```
TEST SUMMARY, 25 tests on 100,000 random 6x8 matrices
 These should be 25 uniform [0,1] random variables:
    0.716178    0.778636    0.533926    0.040717    0.397715
    0.769793    0.270136    0.579497    0.462525    0.777527
    0.762329    0.517039    0.909652    0.078113    0.854022
    0.840112    1.000000    1.000000    1.000000    0.999997
    1.000000    1.000000    1.000000    1.000000    1.000000
  brank test summary for lcg32.bin
      The KS test for those 25 supposed UNI's yields
                  KS p-value=1.000000
```

```
Binary rank test for lcg32.bin
  Rank test for 31x31 binary matrices:
  rows from leftmost 31 bits of each 32-bit integer
      rank   observed  expected (o-e)^2/e  sum
        28        208     211.4  0.055259    0.055
        29       5043    5134.0  1.613344    1.669
        30      23115   23103.0  0.006184    1.675
        31      11634   11551.5  0.588868    2.264
  chisquare= 2.264 for 3 d. of f.; p-value=0.546702
```

```
Binary rank test for lcg32.bin
  Rank test for 32x32 binary matrices:
  rows from leftmost 32 bits of each 32-bit integer
      rank   observed  expected (o-e)^2/e  sum
        29        211     211.4  0.000826    0.001
        30       5135    5134.0  0.000191    0.001
        31      23045   23103.0  0.145848    0.147
        32      11609   11551.5  0.285981    0.433
  chisquare= 0.433 for 3 d. of f.; p-value=0.321922
```

B. Обезьяньи тесты (Monkey Tests, Overlapping M-tuples Tests)

Few images invoke the mysteries and ultimate certainties of a sequence of random events as well as that of the proverbial monkey at a typewriter
G. Marsaglia

Печатная машинка
(алфавит из N букв)

$\dots\ a_{M+1}\ a_M\ a_{M-1} \dots\ a_3\ a_2\ a_1$

Частоты встречаемости слов длины M
в алфавите длины N

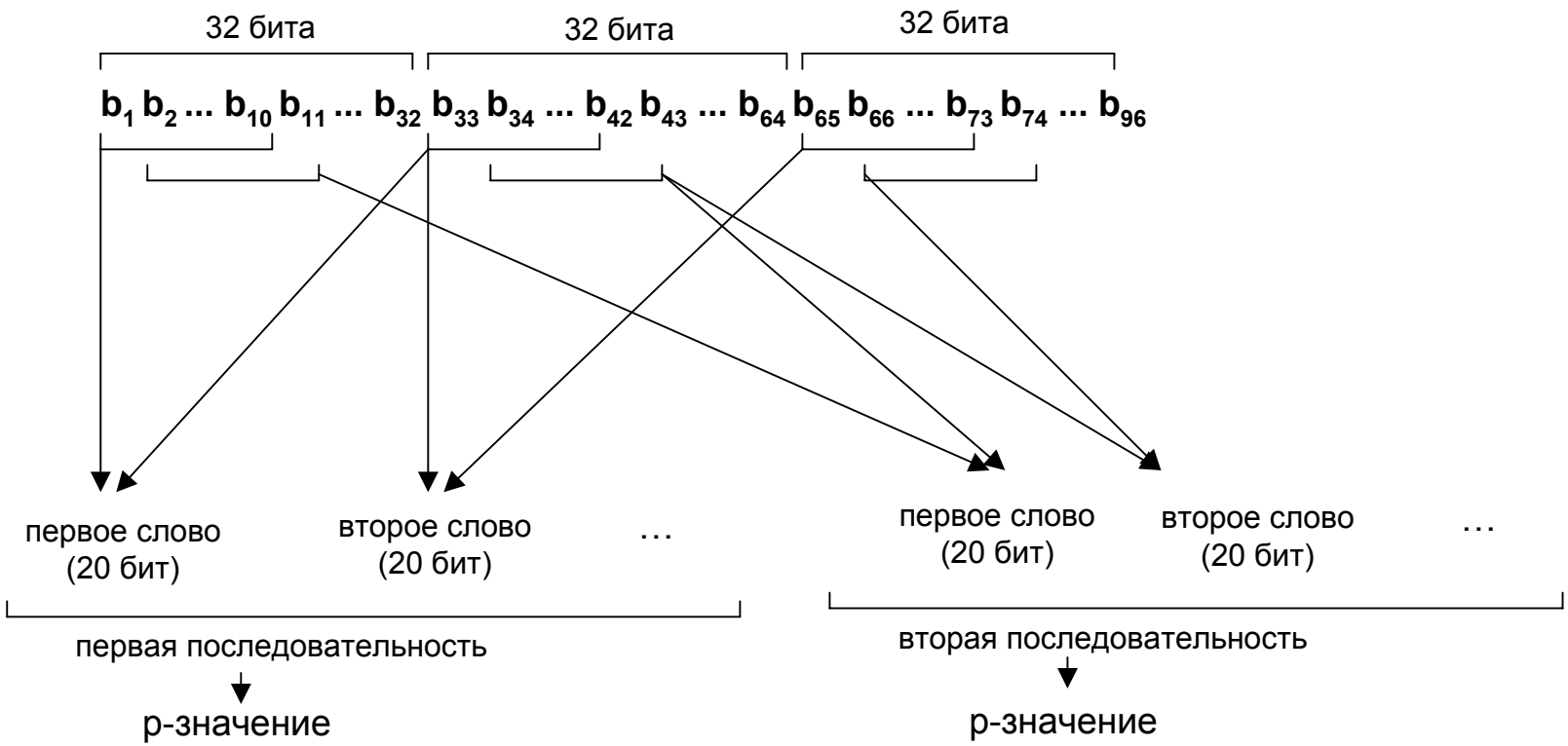
Вариант – экономные тесты замещения (sparse occupancy tests):
оценивается число не встретившихся в последовательности слов

4. OPSO (Overlapping Pairs Sparse Occupancy)

B. Обезьяньи тесты (Monkey Tests, Overlapping M-tuples Tests)

5. OPSO (Overlapping Pairs Sparse Occupancy)

• слова длины 2 в алфавите из 1024 букв, получающиеся из 10 бит 32-битных чисел в последовательности (биты 1-10, 11-12, …)



• параметры теоретического распределения известны

B. Обезьяньи тесты (Monkey Tests, Overlapping M-tuples Tests)

OQSO (Overlapping Quadruples Sparse Occupancy)

- слова длины 4 в алфавите из 32 букв, получающиеся из 5 бит 32-битных чисел в последовательности (биты 1-5, 2-6, …)
- среднее распределения известно, дисперсия не вычислена, получена в результате избыточной симуляции

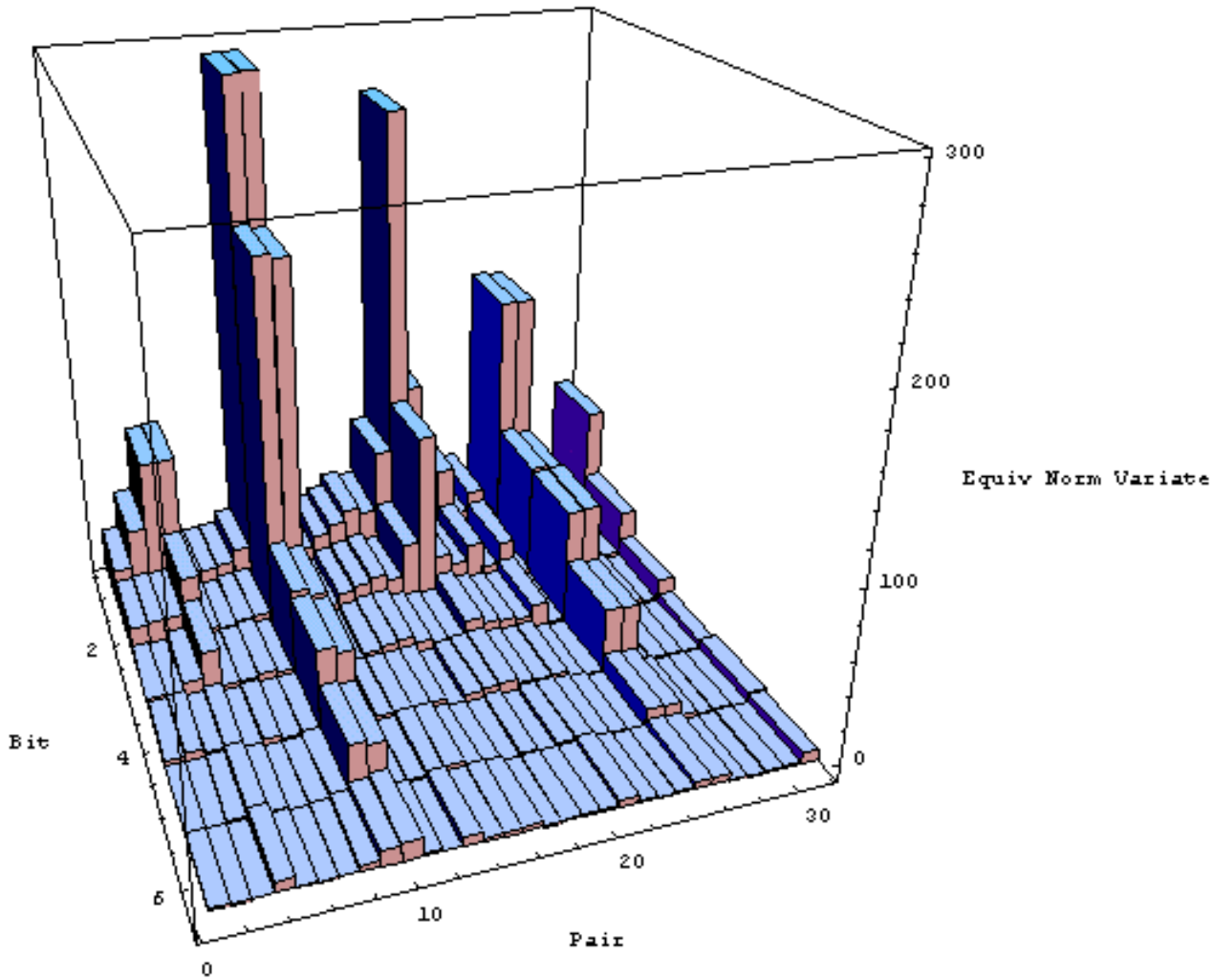
DNA

- слова длины 10 в алфавите из 4 букв
- среднее распределения известно, дисперсия не вычислена, получена в результате избыточной симуляции
- требуемый размер последовательности 8404992 байт

B. Обезьяньи тесты (Monkey Tests, Overlapping M-tuples Tests)

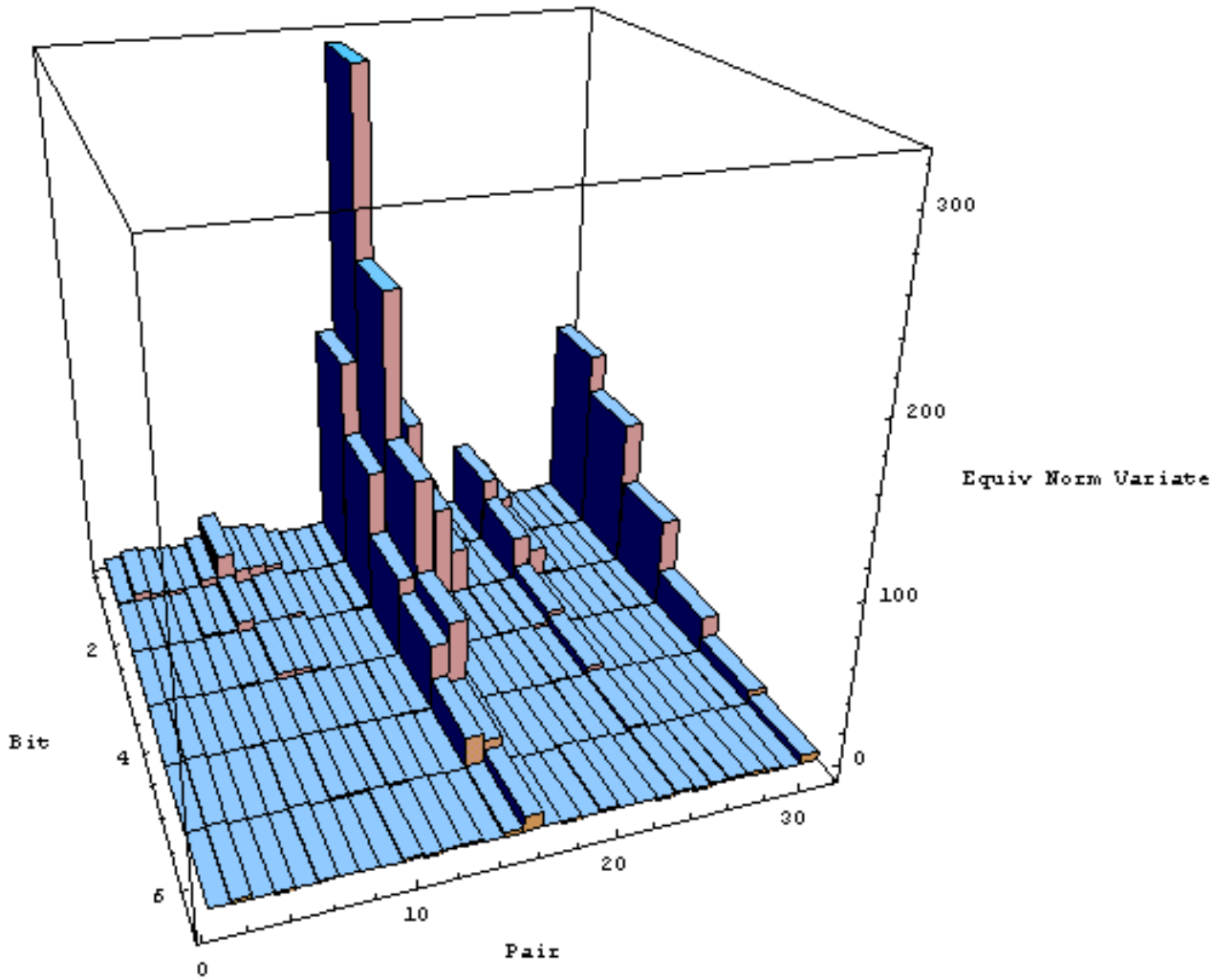
```
DNA test for generator lcg32.bin
  Output: No. missing words (mw), equiv normal variate (z), p-value (p)
                                                          mw       z      p
     DNA for lcg32.bin       using bits 31 to 32        1048572 2674.521 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 30 to 31        1048568 2674.509 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 29 to 30        1048560 2674.486 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 28 to 29        1048544 2674.439 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 27 to 28        1048512 2674.344 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 26 to 27        1048448 2674.155 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 25 to 26        1048320 2673.778 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 24 to 25        1048064 2673.023 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 23 to 24        1047552 2671.512 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 22 to 23        1046532 2668.503 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 21 to 22        1044484 2662.462 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 20 to 21        1040408 2650.439 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 19 to 20        1032224 2626.297 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 18 to 19        1016000 2578.439 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 17 to 18         983656 2483.029 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 16 to 17         920528 2296.810 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 15 to 16         809636 1969.695 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 14 to 15         610916 1383.501 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 13 to 14         360872  645.908 1.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 12 to 13         117668  -71.508 0.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 11 to 12         137539  -12.892 0.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits 10 to 11         131420  -30.942 0.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits  9 to 10         136934  -14.676 0.0000
     DNA for lcg32.bin       using bits  8 to  9         142099    0.559 0.7121
     DNA for lcg32.bin       using bits  7 to  8         141813   -0.284 0.3881
     DNA for lcg32.bin       using bits  6 to  7         141163   -2.202 0.0138
     DNA for lcg32.bin       using bits  5 to  6         141535   -1.104 0.1347
     DNA for lcg32.bin       using bits  4 to  5         141881   -0.084 0.4667
     DNA for lcg32.bin       using bits  3 to  4         141707   -0.597 0.2753
     DNA for lcg32.bin       using bits  2 to  3         141674   -0.694 0.2438
     DNA for lcg32.bin       using bits  1 to  2         142228    0.940 0.8264
```

DNA, координатные последовательности
генератора 2 степени 2t11



Построено в Mathematica 4.2

DNA, координатные последовательности
генератора 4 степени 4t15



Построено в Mathematica 4.2

B. Обезьяньи тесты (Monkey Tests, Overlapping M-tuples Tests)

6. Bitstream

- 20-битные слова в битовой последовательности
- параметры распределения известны
- требуемый размер последовательности 5259264 байт

```
THE OVERLAPPING 20-tuples BITSTREAM TEST,
            20 BITS PER WORD, 2^21 words.
    This test samples the bitstream 20 times.
 BITSTREAM test results for lcg32.bin
  No. missing words should average    141909 with sigma=428
----------------------------------       ---------------
 tst no  1:  139667 missing words,   -5.24 sigmas from mean, p-value=0.00000
 tst no  2:  140129 missing words,   -4.16 sigmas from mean, p-value=0.00002
 tst no  3:  139409 missing words,   -5.84 sigmas from mean, p-value=0.00000
 tst no  4:  139731 missing words,   -5.09 sigmas from mean, p-value=0.00000
 tst no  5:  140439 missing words,   -3.44 sigmas from mean, p-value=0.00030
 tst no  6:  139058 missing words,   -6.66 sigmas from mean, p-value=0.00000
 tst no  7:  139908 missing words,   -4.68 sigmas from mean, p-value=0.00000
 tst no  8:  139929 missing words,   -4.63 sigmas from mean, p-value=0.00000
 tst no  9:  139136 missing words,   -6.48 sigmas from mean, p-value=0.00000
 tst no 10:  139564 missing words,   -5.48 sigmas from mean, p-value=0.00000
 tst no 11:  139744 missing words,   -5.06 sigmas from mean, p-value=0.00000
 tst no 12:  139827 missing words,   -4.87 sigmas from mean, p-value=0.00000
 tst no 13:  140669 missing words,   -2.90 sigmas from mean, p-value=0.00188
 tst no 14:  139736 missing words,   -5.08 sigmas from mean, p-value=0.00000
 tst no 15:  139481 missing words,   -5.67 sigmas from mean, p-value=0.00000
 tst no 16:  140567 missing words,   -3.14 sigmas from mean, p-value=0.00086
 tst no 17:  139949 missing words,   -4.58 sigmas from mean, p-value=0.00000
 tst no 18:  139361 missing words,   -5.95 sigmas from mean, p-value=0.00000
 tst no 19:  139933 missing words,   -4.62 sigmas from mean, p-value=0.00000
 tst no 20:  140026 missing words,   -4.40 sigmas from mean, p-value=0.00001
```

B. Обезьяньи тесты (Monkey Tests, Overlapping M-tuples Tests)

7. Count-The-Ones

- 5-буквенные слова в алфавите из 5 букв, буква определяется числом единиц в байте (неравновероятная обезьяна)
- параметры распределения известны
- тест проводится для отдельных байт и для 32-битных целых чисел
- требуемый размер последовательности 1032192 байта и 5128192 байта соответственно

Results for COUNT-THE-1's in specified bytes:

	chisquare	equiv normal	p value
bits 1 to 8	2460.22	-0.563	0.286878
bits 2 to 9	2507.42	0.105	0.541763
bits 3 to 10	2575.63	1.070	0.857589
bits 4 to 11	2510.49	0.148	0.558959
bits 5 to 12	2507.00	0.099	0.539454
bits 6 to 13	2583.78	1.185	0.881948
bits 7 to 14	2465.63	-0.486	0.313440
bits 8 to 15	2591.00	1.287	0.900931
bits 9 to 16	2376.03	-1.753	0.039788
bits 10 to 17	2583.84	1.186	0.882125
bits 11 to 18	2475.69	-0.344	0.365497
bits 12 to 19	2548.80	0.690	0.754925
bits 13 to 20	2436.43	-0.899	0.184335
bits 14 to 21	2473.50	-0.375	0.353894
bits 15 to 22	2157.95	-4.837	0.000001
bits 16 to 23	4675.99	30.773	1.000000
bits 17 to 24	9663.82	101.312	1.000000
bits 18 to 25	19959.52	246.915	1.000000
bits 19 to 26	38427.69	508.094	1.000000
bits 20 to 27	78746.84	1078.293	1.000000
bits 21 to 28	155624.46	2165.507	1.000000
bits 22 to 29	312092.80	4378.303	1.000000
bits 23 to 30	614727.19	8658.200	1.000000
bits 24 to 31	1285479.61	18144.072	1.000000
bits 25 to 32	2689561.75	38000.792	1.000000

Test results for lcg32.bin
Chi-square with 5^5-5^4=2500 d.of f. for sample size:2560000
Results for COUNT-THE-1's in successive bytes:

	chisquare	equiv normal	p-value
byte stream for lcg32.bin	14327.79	167.270	1.000000
byte stream for lcg32.bin	14523.32	170.035	1.000000

Г. Прочие тесты

8. Overlapping 5-Permutations

- перестановки, образованные 5 последовательными 32-битными целыми числами последовательности
- состояние перестановки определяется порядком расположения элементов при упорядочивании по возрастанию
- подсчитываются частоты встречаемости каждого состояния
- теоретическое распределение известно
- тест проводится дважды
- требуемый размер последовательности 8011776 байт

```
OPERM5 test for file lcg32.bin
     For a sample of 1,000,000 consecutive 5-tuples,
 chisquare for 99 degrees of freedom= 83.340; p-value=0.129247
           OPERM5 test for file lcg32.bin
     For a sample of 1,000,000 consecutive 5-tuples,
 chisquare for 99 degrees of freedom=122.976; p-value=0.948413
```

Г. Прочие тесты

9. Overlapping Sums

- 32-битные целые числа переводятся в действительные числа в интервале (-0.5, 0.5)
- подсчитываются суммы из 100 слагаемых с перекрытием:

  S(1)=U(1)+...+U(100),
  S2=U(2)+...+U(101),
  …

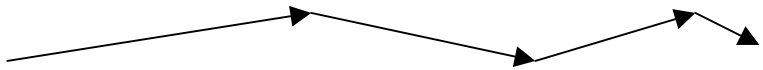
- теоретическое распределение значений сумм известно
- тест повторяется 10 раз, 10 p-значений подвергаются KS-тесту
- требуемый размер последовательности 802816 байт

```
Test no.  1      p-value 0.668399
                Test no.  2      p-value 0.087587
                Test no.  3      p-value 0.936989
                Test no.  4      p-value 0.922354
                Test no.  5      p-value 0.933268
                Test no.  6      p-value 0.822266
                Test no.  7      p-value 0.686266
                Test no.  8      p-value 0.736473
                Test no.  9      p-value 0.061110
                Test no. 10      p-value 0.234005
   Results of the OSUM test for lcg32.bin
        KSTEST on the above 10 p-values: 0.816733
```

Г. Прочие тесты

10. Runs

- 32-битные целые числа переводятся в действительные числа в интервале [0, 1)
- подсчитываются длины возрастающих и убывающих последовательностей чисел на 10 участках из 10.000 чисел



0.223, 0.970, 0, 973, 0.502, 0.216, 0. 643, 0.381, ...

- 10 p-значений проходят KS-тест
- тест повторяется 2 раза
- требуемый размер последовательности 802816 байт

```
      The RUNS test for file lcg32.bin
Up and down runs in a sample of 10000

_____________________________________________________
             Run test for lcg32.bin:
  runs up; ks test for 10 p's:0.946031
runs down; ks test for 10 p's:0.780074
             Run test for lcg32.bin:
  runs up; ks test for 10 p's:0.999272
runs down; ks test for 10 p's:0.930638
```

Г. Прочие тесты

11. Birthday Spacings

- подсчитываются частоты встречаемости длин промежутков между M днями рождений в году из N дней
- параметры теста: N = 2^{24}, M = 512
- дата дня рождения определяется 24 битами 32-битного числа
- тест проводится для бит 1-24, 2-25, ...
- 8 p-значений подвергаются KS-тесту
- требуемый размер последовательности 1032192 байт

```
For a sample of size 500:     mean
          lcg32.bin        using bits  9 to 32   1.684
  duplicate       number       number
  spacings       observed     expected
        0          89        67.668
        1         154       135.335
        2         140       135.335
        3          77        90.224
        4          29        45.112
        5           7        18.045
  6 to INF          4         8.282
 Chisquare with  6 d.o.f. =    26.13 p-value= 0.999789
  ::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::
   The 9 p-values were
      0.599696   0.370071   0.008599   0.473796   0.856467
      0.985047   0.974432   1.000000   0.999789
  A KSTEST for the 9 p-values yields 0.999989
```

Г. Прочие тесты

12. Craps

- каждое 32-битное целое число последовательности превращается в бросок игральной кости
- играется 200000 партий в кости
- подсчитывается число побед и число бросков, необходимое для окончания игры
- теоретическое распределение числа побед близко к нормальному
- распределение числа бросков оценивается по χ^2
- требуемый размер последовательности около 5406720 байт

Chisq= 21.28 for 20 degrees of freedom, p= 0.61921

Throws	Observed	Expected	Chisq	Sum
1	66578	66666.7	0.118	0.118
2	37755	37654.3	0.269	0.387
3	27200	26954.7	2.232	2.619
4	19064	19313.5	3.222	5.841
5	13691	13851.4	1.858	7.699
6	10025	9943.5	0.667	8.366
7	7165	7145.0	0.056	8.422
8	5115	5139.1	0.113	8.535
9	3614	3699.9	1.993	10.528
10	2690	2666.3	0.211	10.738
11	1995	1923.3	2.671	13.409
12	1439	1388.7	1.819	15.228
13	1024	1003.7	0.410	15.638
14	749	726.1	0.720	16.358
15	523	525.8	0.015	16.373
16	396	381.2	0.579	16.951
17	253	276.5	2.004	18.955
18	208	200.8	0.256	19.211
19	130	146.0	1.750	20.961
20	108	106.2	0.030	20.991
21	278	287.1	0.289	21.281

SUMMARY FOR lcg32.bin
p-value for no. of wins:0.025094
p-value for throws/game:0.619211

Г. Прочие тесты

13. Squeeze

- каждое 32-битное целое число последовательности превращается в действительное число в интервале [0,1)
- начиная с $k = 2^{31}-1$, подсчитывается число итераций вида

$$k=\text{ceiling}(k*U),$$

необходимых для уменьшения k до 1. U – преобразованные числа тестируемой последовательности

- распределение числа итераций оценивается по χ^2
- требуемый размер последовательности 8404992 байт

```
RESULTS OF SQUEEZE TEST FOR lcg32.bin
          90000 squeezes performed
         Table of standardized frequency counts
     ( (obs-exp)/sqrt(exp) )^2
        for j taking values <=6,7,8,...,47,>=48:
   -0.6    -1.0    -0.2     0.9     1.7     0.4
   -0.3    -1.3    -0.7     0.6     1.0    -1.3
    0.4     1.2    -0.3     0.9    -0.0     1.4
   -0.8     0.6    -0.7     0.1    -1.2    -0.3
   -1.3    -0.0     0.0     1.0     0.1    -0.3
   -1.3    -0.8     0.4    -1.4    -1.1     0.1
   -0.0     0.6    -1.0     1.8     0.3     0.1
   -0.0
          Chi-square with 42 degrees of freedom: 31.267
             z-score= -1.171  p-value=0.112149
```

Интерпретация результатов тестирования

По рекомендации NIST:

1. Распределение p-значений (KS-тест, χ^2)
2. Доля последовательностей, не прошедших тест.

В большинстве тестов используются асимптотические приближения теоретических распределений.

Расхождения с истинным распределением наиболее сильны на хвостах.

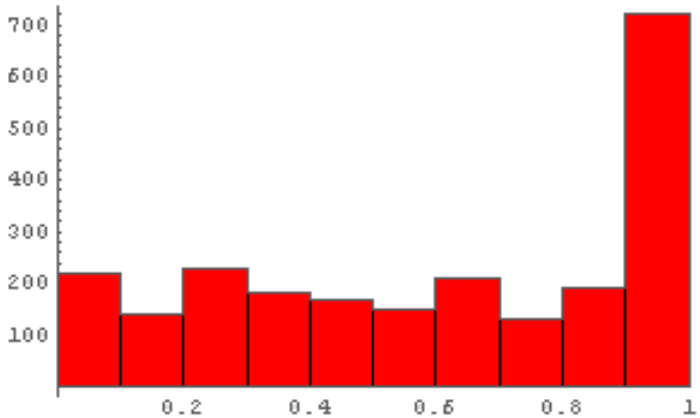
Поэтому отдельные слишком большие или слишком маленькие p-значения не являются основанием для принятия гипотезы о неслучайности последовательности.

So keep in mind that " p happens".

G. Marsaglia

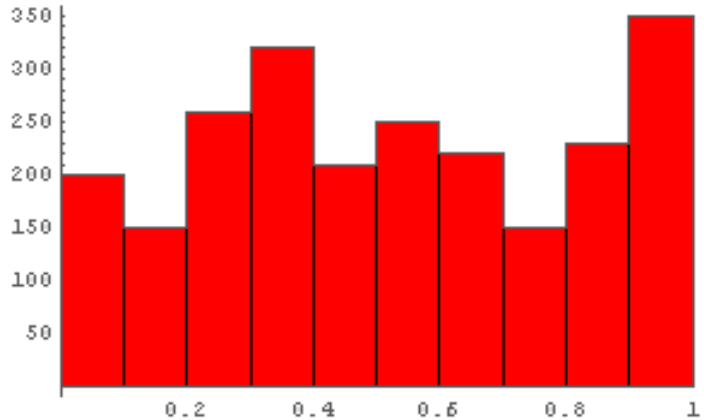
DIEHARD: Распределение значений P

2t11, 30 бит



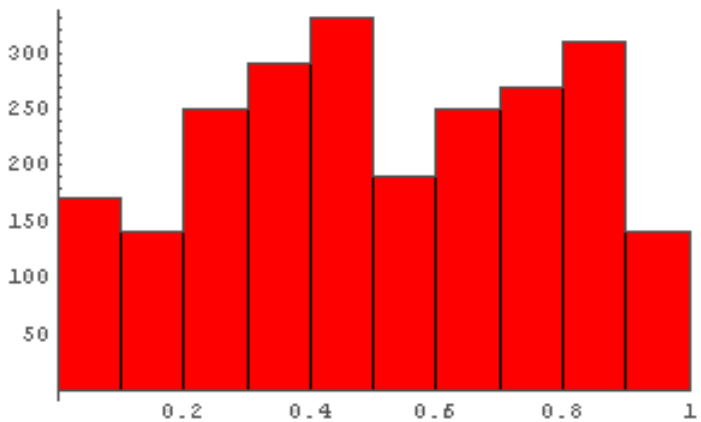
KSTEST: 1.000000

2t11, 35 бит



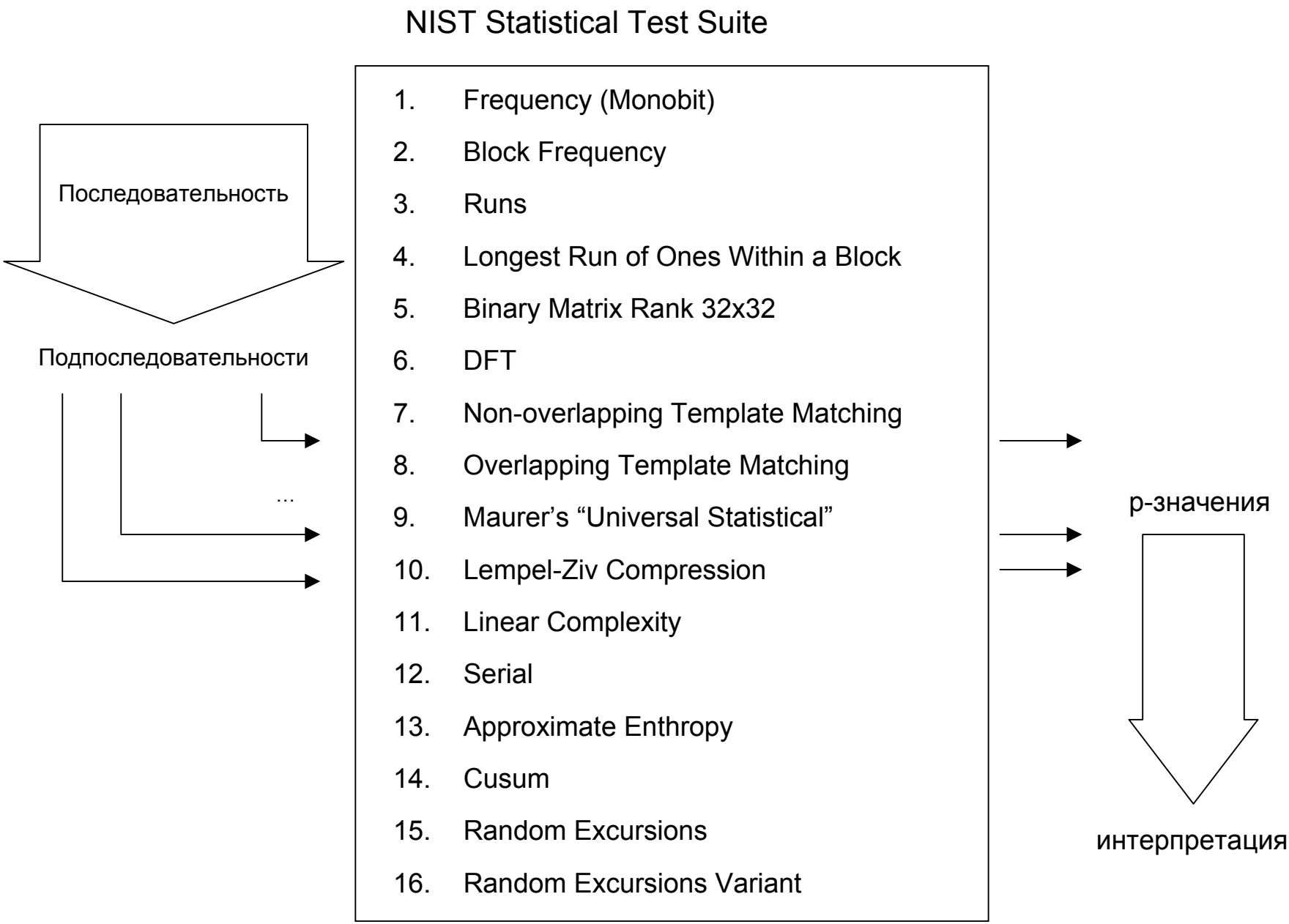
KSTEST: 0.181284

6t10, 35 бит



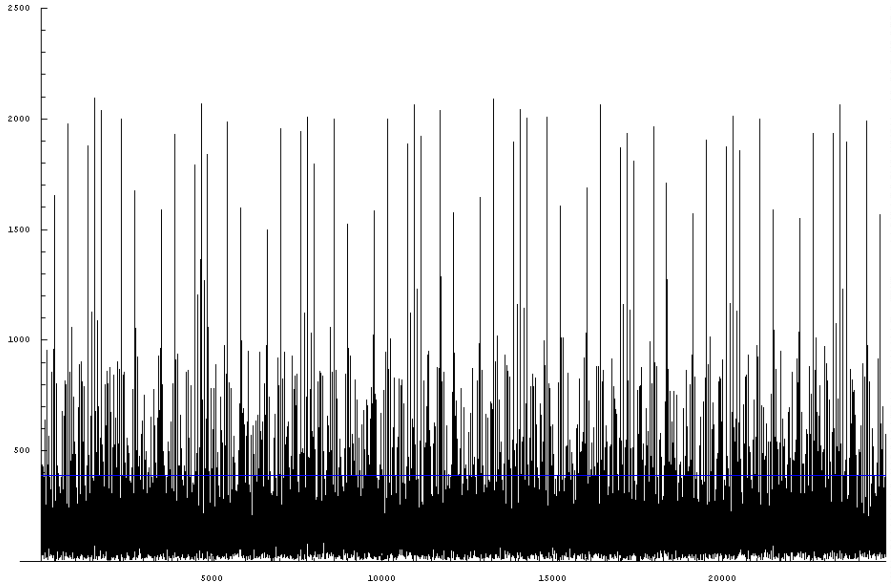
KSTEST: 0.876125

Построено в Mathematica 4.2

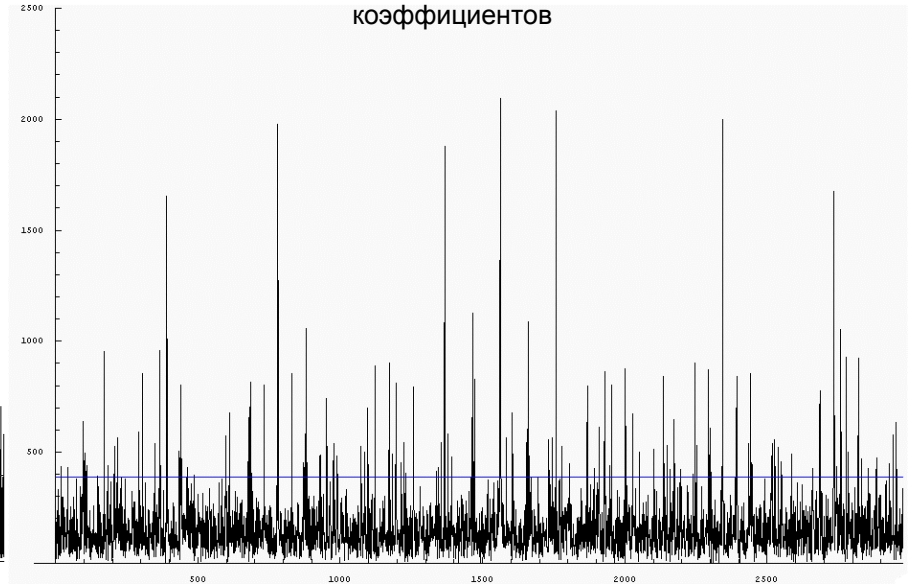

NIST Statistical Test Suite
Последовательность
Подпоследовательности
...
1. Frequency (Monobit)
2. Block Frequency
3. Runs
4. Longest Run of Ones Within a Block
5. Binary Matrix Rank 32x32
6. DFT
7. Non-overlapping Template Matching
8. Overlapping Template Matching
9. Maurer's "Universal Statistical"
10. Lempel-Ziv Compression
11. Linear Complexity
12. Serial
13. Approximate Enthropy
14. Cusum
15. Random Excursions
16. Random Excursions Variant
p-значения
интерпретация

FFT, QCG16

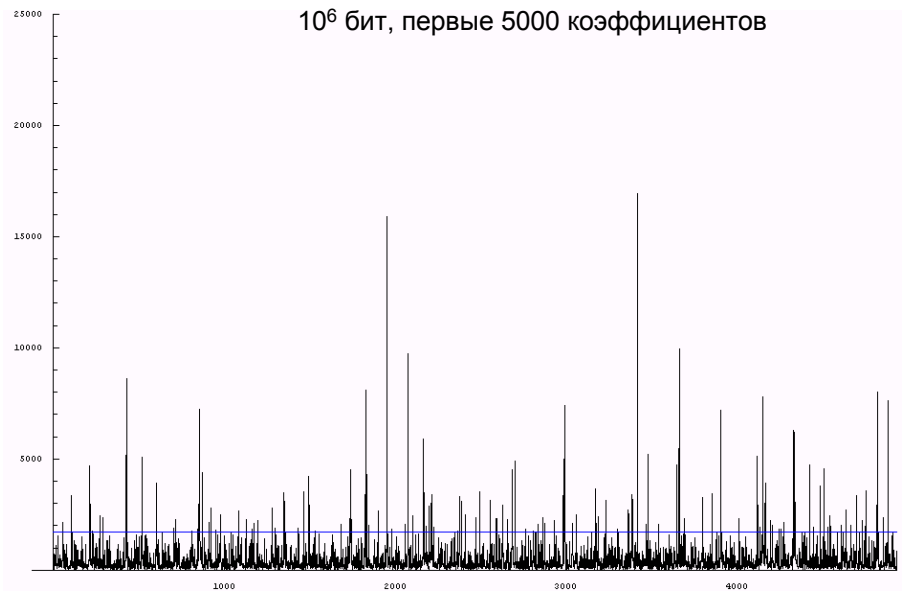
50000 бит



50000 бит, первые 3000 коэффициентов



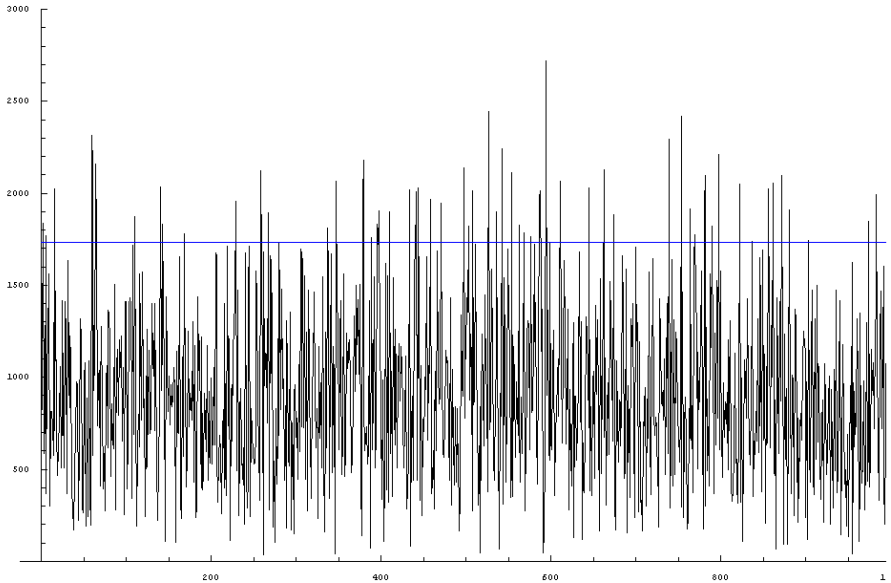
10^6 бит, первые 5000 коэффициентов



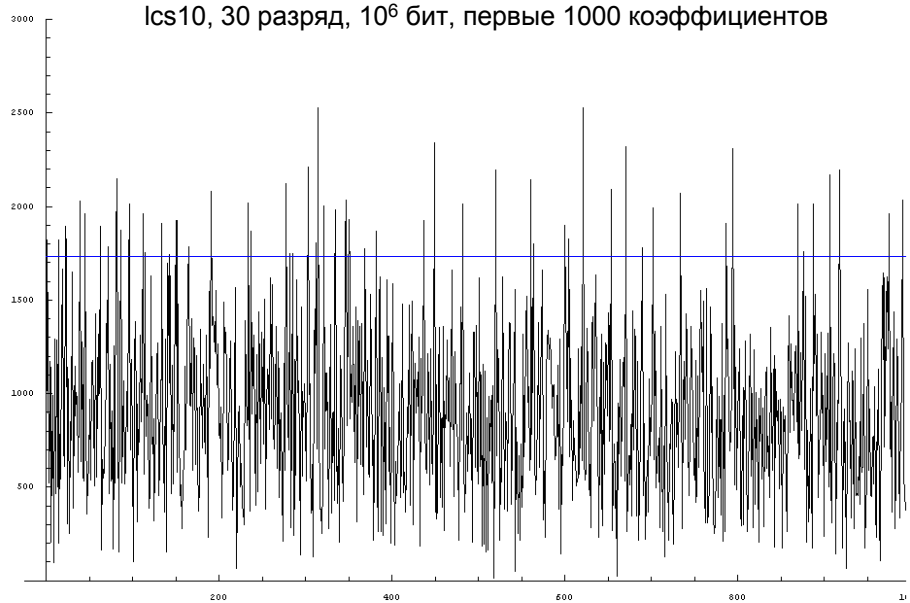
Построено в Mathematica 4.2

FFT

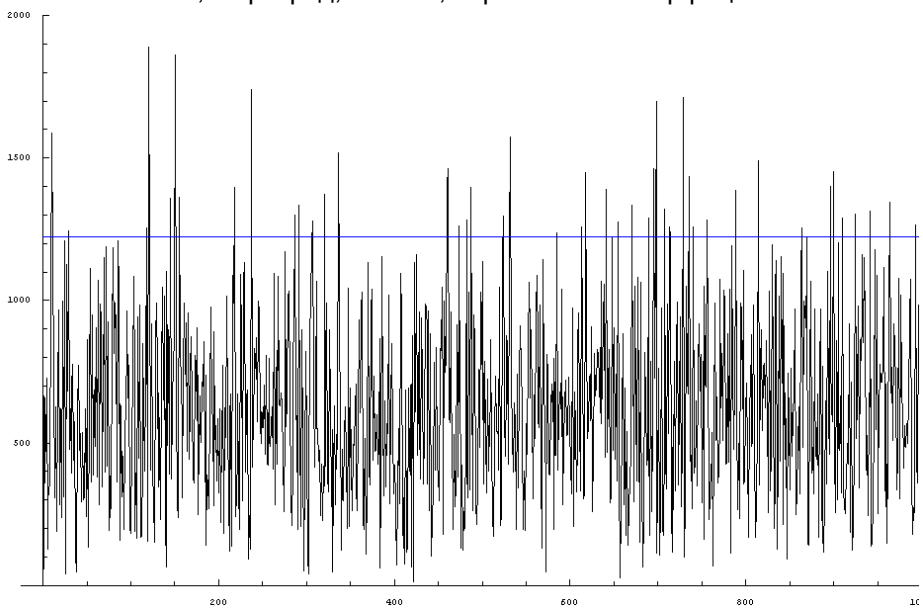
5t10, 30 разряд, 10^6 бит, первые 1000 коэффициентов



lcs10, 30 разряд, 10^6 бит, первые 1000 коэффициентов

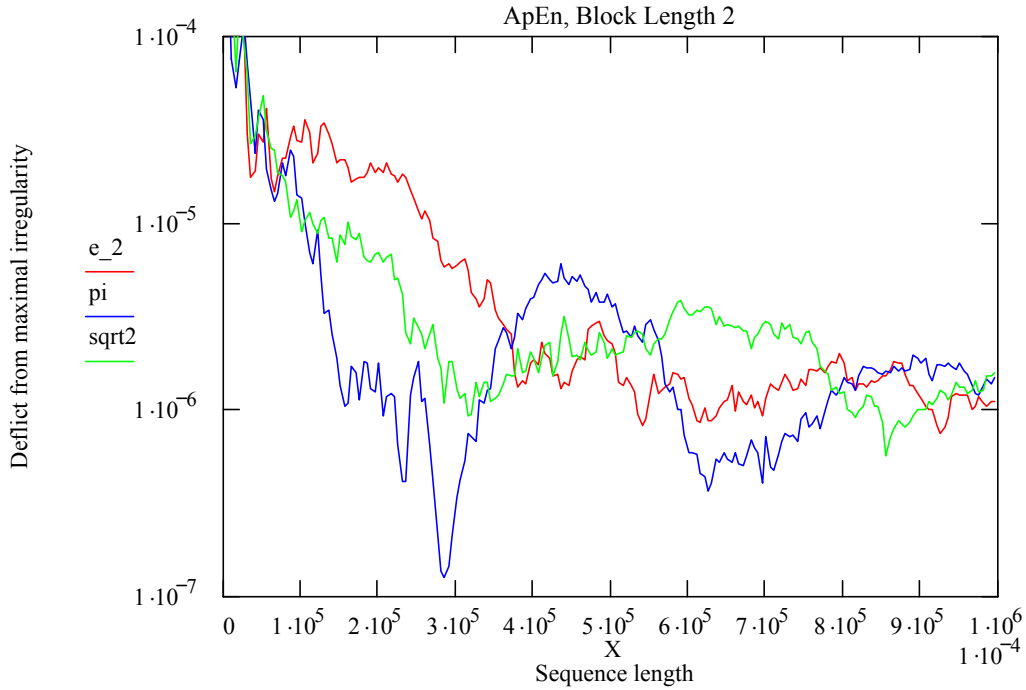


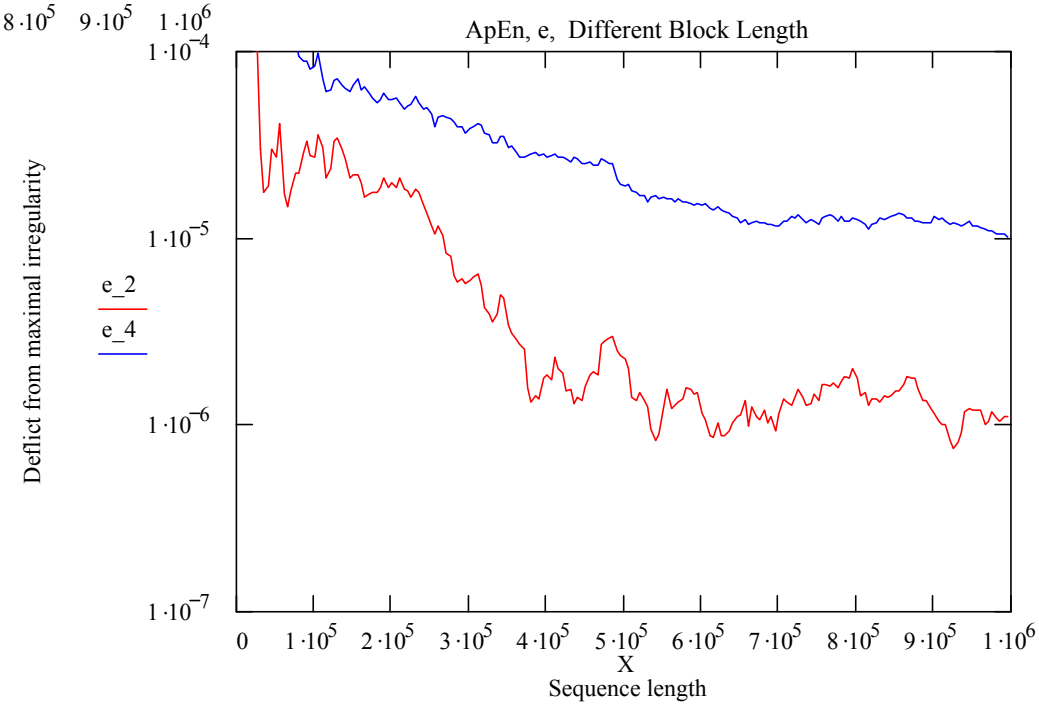
6t10, 35 разряд, 10^6 бит, первые 1000 коэффициентов



Построено в Mathematica 4.2

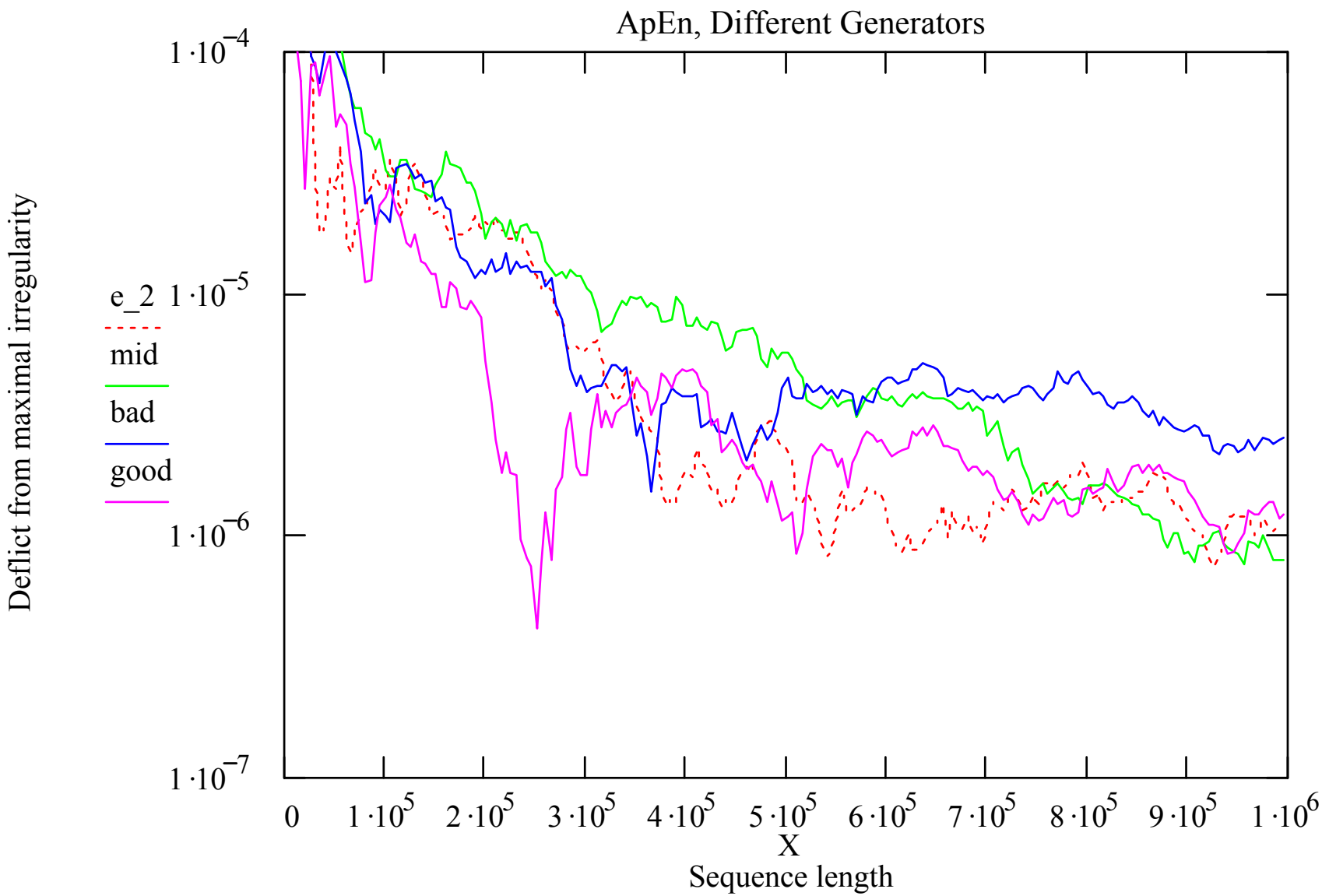
Approximate Enthropy





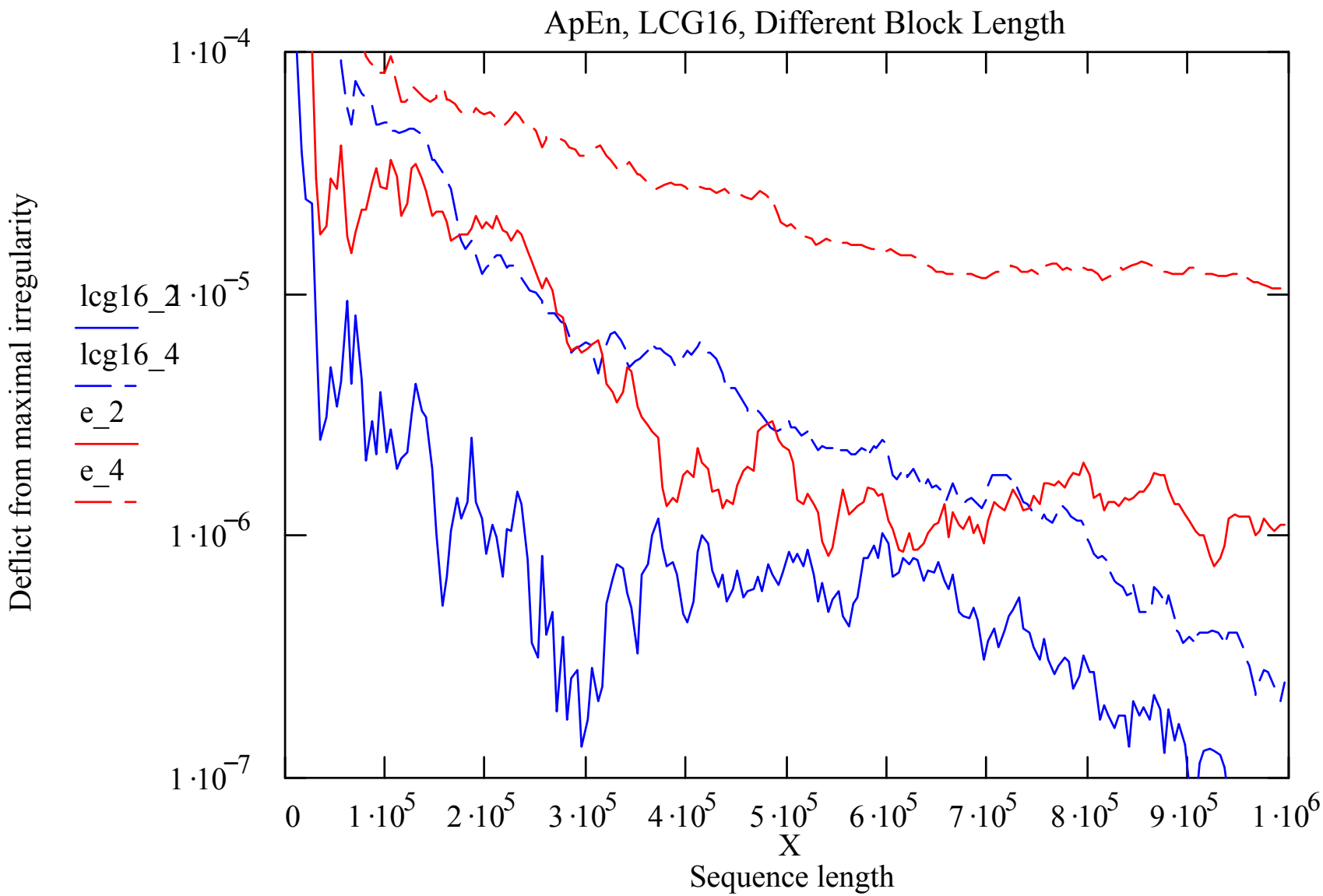
Построено в MATLAB 2001

Approximate Enthropy



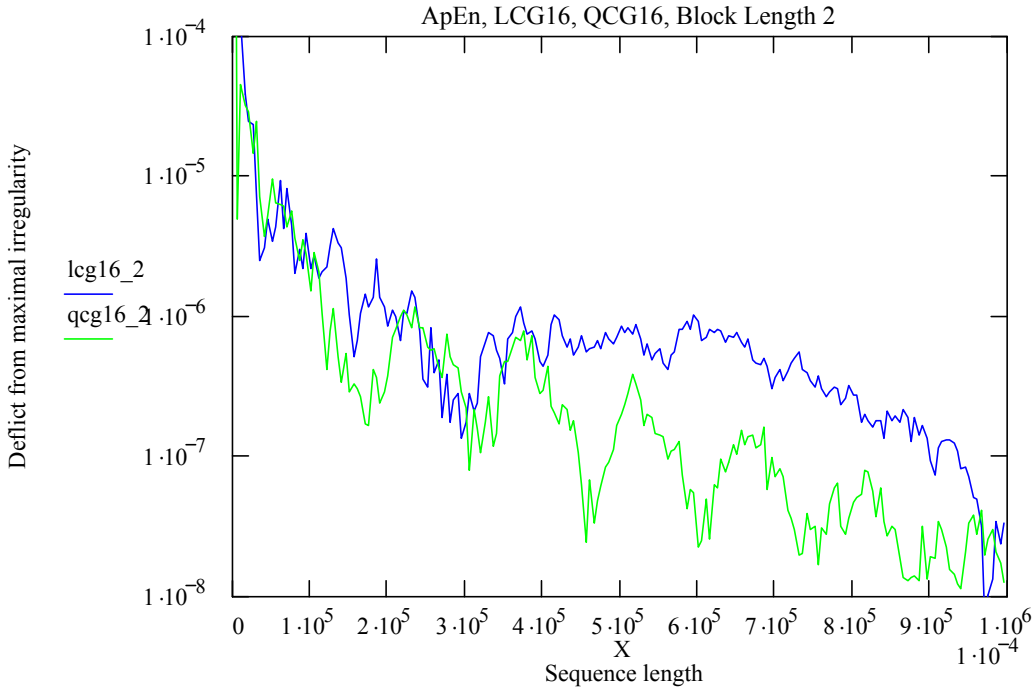
Построено в MATLAB 2001

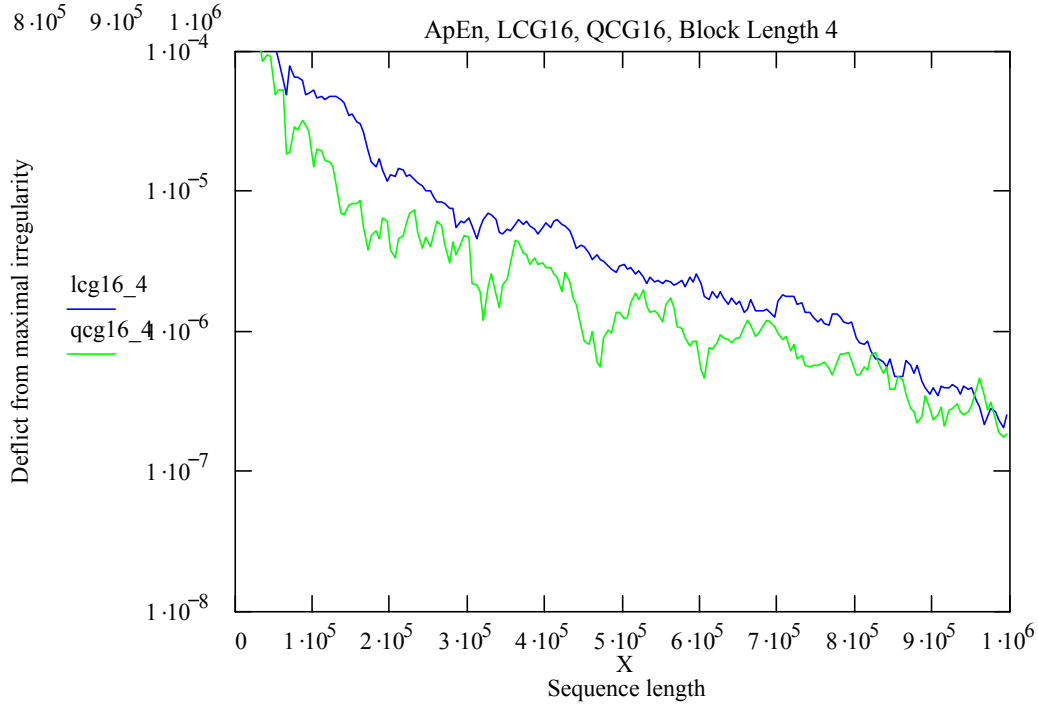
Approximate Enthropy



Построено в MATLAB 2001

Approximate Enthropy





Построено в MATLAB 2001