

## Имитационное моделирование Лабораторная работа № 2

### ГЕНЕРИРОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ РАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН

15	$R_i = \lfloor [i * SQRT(K1)/K2] \rfloor$	34,764 – 85,234	0,2765 – 0,7892
----	---	-----------------	-----------------

Случайное число - это число, генерируемое посредством случайного процесса, который порождает любое число.

На практике используют три основных способа получения случайных чисел:

- 1) аппаратный (физический) – случайные числа вырабатываются специальной электронной приставкой, служащей в качестве одного из внешних устройств компьютера;
- 2) табличный – этот способ предполагает наличие файла, в котором хранятся случайные числа, в оперативной памяти или на внешнем носителе;
- 3) алгоритмический – этот способ основан на формировании последовательностей произвольного набора чисел с помощью алгоритмов и составлении программ, реализующих эти алгоритмы.

**Псевдослучайными последовательностями чисел** называют вполне детерминированные числа, обладающие статистическими свойствами случайных чисел, определяемых путем их проверки специальными тестами и обладающие периодичностью, т.е. повторяемостью через определенные промежутки времени.

Для генерирования псевдослучайных чисел наибольшее распространение получили следующие методы:

Лабораторная работа выполнена на сайте [www.matburo.ru](http://www.matburo.ru)

Переходите на сайт, смотрите больше примеров или закажите свою работу

[https://www.matburo.ru/sub\\_appear.php?p=imi](https://www.matburo.ru/sub_appear.php?p=imi)

©МатБюро. Решение задач по математике, экономике, программированию

- *метод квадратов*: в квадрат возведено текущее случайное число и из результатов средних разрядов выделяется следующее случайное число, которое используется далее;

- *метод произведений*: два следующих друг за другом случайные числа перемножают и из произведения средних разрядов выделяют следующее случайное число;

- *мультипликативный конгруэнтный метод*: в качестве текущего значения случайного числа выделяют остаток от деления произведения предыдущего случайного числа и постоянного множителя на постоянное число;

- *смешанный конгруэнтный метод*: этот метод отличается от предыдущего прибавлением к остатку от деления определенного постоянного числа.

По условию задан следующий алгоритм генерирования:

$$R_i = \lfloor [i * SQRT(K1)/K2] \rfloor$$

Задаем числа  $K1$  и  $K2$  из указанных диапазонов и подставляем в указанную формулу. Полученное число округляем до целого и искомое случайное число получаем как разницу полученных чисел.

**Пример:**

$$K1 = 45,32678 \quad K2 = 0,53798$$

При  $i = 25$  получим  $25 * SQRT(45,32678)/0,53798 = 90,54898$ .

Отсюда, искомое случайное число в интервале  $[0,1]$   $R_{25} = 0,54898$ .

*Математическое ожидание* характеризует среднее значение случайной величины  $X$ . Для последовательности, состоящей из  $N$  псевдослучайных чисел, математическое ожидание будем определять по формуле:

Переходите на сайт, смотрите больше примеров или закажите свою работу

[https://www.matburo.ru/sub\\_appear.php?p=imi](https://www.matburo.ru/sub_appear.php?p=imi)

©МатБюро. Решение задач по математике, экономике, программированию

$$M(X) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i$$

Дисперсией случайной величины  $X$  называется математическое ожидание квадрата отклонения возможных значений от ее среднего значения:

$$D(X) = M(X^2) - [M(X)]^2$$

Среднеквадратическое отклонение вычисляется по следующей формуле:

$$\sigma = \sqrt{D(X)}$$

Математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратичное отклонение равномерного распределения чисел в интервале  $[0,1]$  соответственно равны:

$$M(X) = 0,5 \quad D(X) = \frac{1}{12} = 0,0833 \quad \sigma = 0,2887$$

Представим таблицу, полученную с помощью Excel, в которой приведем 15 результатов работы генератора при различных его параметров для наборов из 300 чисел.

№ эксперимента	Значения исходных параметров		М.о. $M(X)$	Дисперсия $D(X)$	СКВ $\sigma$	Погрешности		
	K1	K2				$M(X)$	$D(X)$	$\sigma$
1	45,32678	0,53798	0,4982	0,0831	0,2882	0,0018	0,0002	0,0005
2	50,62348	0,36548	0,4597	0,0810	0,2846	0,0403	0,0023	0,0041
3	62,43597	0,43257	0,5011	0,0830	0,2882	0,0011	0,0003	0,0005
4	71,23689	0,62379	0,4988	0,0829	0,2879	0,0012	0,0004	0,0008
5	80,2671	0,7153	0,4853	0,0828	0,287	0,014	0,000	0,000

Переходите на сайт, смотрите больше примеров или закажите свою работу

[https://www.matburo.ru/sub\\_appear.php?p=imi](https://www.matburo.ru/sub_appear.php?p=imi)

©МатБюро. Решение задач по математике, экономике, программированию

	5	7			8	7	5	9
6	48,0365 1	0,6823 4	0,4928	0,0832	0,288 4	0,007 2	0,000 1	0,000 3
7	53,1346 7	0,5542 4	0,4866	0,0834	0,288 7	0,013 4	0,000 1	0,000 0
8	46,1345 2	0,2934 6	0,5042	0,0852	0,291 8	0,004 2	0,001 9	0,003 1
9	25,3478 1	0,3846 6	0,4999	0,0834	0,288 8	0,000 1	0,000 1	0,000 1
10	61,2358 7	0,4761 9	0,5018	0,0833	0,288 6	0,001 8	0,000 0	0,000 1
11	80,2381 3	0,4932 8	0,5081	0,0828	0,287 7	0,008 1	0,000 5	0,001 0
12	77,0324 8	0,2834 6	0,5053	0,0834	0,288 8	0,005 3	0,000 1	0,000 1
13	64,1358 7	0,3945 8	0,5183	0,0832	0,288 4	0,018 3	0,000 1	0,000 3
14	42,1826 4	0,4316 8	0,4942	0,0830	0,288 1	0,005 8	0,000 3	0,000 6
15	84,0468 7	0,7513 8	0,5091	0,0831	0,288 2	0,009 1	0,000 2	0,000 5

Из таблицы находим, что наилучшими значениями параметров генератора, при которых математическое ожидание и дисперсия наиболее приближены к значениям равномерного распределения, являются  $K_1=25,34781$  и  $K_2=0,38466$ .

При указанных значениях параметров получены следующие 300 псевдослучайных чисел:

0,93663	0,87327	0,80990	0,74653	0,68316	0,61980	0,55643	0,49306	0,42969	0,36633
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Лабораторная работа выполнена на сайте [www.matburo.ru](http://www.matburo.ru)

Переходите на сайт, смотрите больше примеров или закажите свою работу

[https://www.matburo.ru/sub\\_appear.php?p=imi](https://www.matburo.ru/sub_appear.php?p=imi)

©МатБюро. Решение задач по математике, экономике, программированию

0,30296	0,23959	0,17622	0,11286	0,04949	0,98612	0,92276	0,85939	0,79602	0,73265
0,66929	0,60592	0,54255	0,47918	0,41582	0,35245	0,28908	0,22571	0,16235	0,09898
0,03561	0,97224	0,90888	0,84551	0,78214	0,71878	0,65541	0,59204	0,52867	0,46531
0,40194	0,33857	0,27520	0,21184	0,14847	0,08510	0,02173	0,95837	0,89500	0,83163
0,76827	0,70490	0,64153	0,57816	0,51480	0,45143	0,38806	0,32469	0,26133	0,19796
0,13459	0,07122	0,00786	0,94449	0,88112	0,81775	0,75439	0,69102	0,62765	0,56429
0,50092	0,43755	0,37418	0,31082	0,24745	0,18408	0,12071	0,05735	0,99398	0,93061
0,86724	0,80388	0,74051	0,67714	0,61378	0,55041	0,48704	0,42367	0,36031	0,29694
0,23357	0,17020	0,10684	0,04347	0,98010	0,91673	0,85337	0,79000	0,72663	0,66326
0,59990	0,53653	0,47316	0,40980	0,34643	0,28306	0,21969	0,15633	0,09296	0,02959
0,96622	0,90286	0,83949	0,77612	0,71275	0,64939	0,58602	0,52265	0,45929	0,39592
0,33255	0,26918	0,20582	0,14245	0,07908	0,01571	0,95235	0,88898	0,82561	0,76224
0,69888	0,63551	0,57214	0,50877	0,44541	0,38204	0,31867	0,25531	0,19194	0,12857
0,06520	0,00184	0,93847	0,87510	0,81173	0,74837	0,68500	0,62163	0,55826	0,49490
0,43153	0,36816	0,30480	0,24143	0,17806	0,11469	0,05133	0,98796	0,92459	0,86122
0,79786	0,73449	0,67112	0,60775	0,54439	0,48102	0,41765	0,35428	0,29092	0,22755
0,16418	0,10082	0,03745	0,97408	0,91071	0,84735	0,78398	0,72061	0,65724	0,59388
0,53051	0,46714	0,40377	0,34041	0,27704	0,21367	0,15031	0,08694	0,02357	0,96020
0,89684	0,83347	0,77010	0,70673	0,64337	0,58000	0,51663	0,45326	0,38990	0,32653
0,26316	0,19979	0,13643	0,07306	0,00969	0,94633	0,88296	0,81959	0,75622	0,69286
0,62949	0,56612	0,50275	0,43939	0,37602	0,31265	0,24928	0,18592	0,12255	0,05918
0,99582	0,93245	0,86908	0,80571	0,74235	0,67898	0,61561	0,55224	0,48888	0,42551

Переходите на сайт, смотрите больше примеров или закажите свою работу

[https://www.matburo.ru/sub\\_appear.php?p=imi](https://www.matburo.ru/sub_appear.php?p=imi)

©МатБюро. Решение задач по математике, экономике, программированию

0,36214	0,29877	0,23541	0,17204	0,10867	0,04530	0,98194	0,91857	0,85520	0,79184
0,72847	0,66510	0,60173	0,53837	0,47500	0,41163	0,34826	0,28490	0,22153	0,15816
0,09479	0,03143	0,96806	0,90469	0,84133	0,77796	0,71459	0,65122	0,58786	0,52449
0,46112	0,39775	0,33439	0,27102	0,20765	0,14428	0,08092	0,01755	0,95418	0,89081
0,82745	0,76408	0,70071	0,63735	0,57398	0,51061	0,44724	0,38388	0,32051	0,25714
0,19377	0,13041	0,06704	0,00367	0,94030	0,87694	0,81357	0,75020	0,68684	0,62347
0,56010	0,49673	0,43337	0,37000	0,30663	0,24326	0,17990	0,11653	0,05316	0,98979

Определим математическое ожидание, дисперсию и квадратическое отклонение по первой сотне чисел, по двум и по трем сотням чисел:

	М.о.	Дисперсия	СКВ	Погрешности		
	$M(X)$	$D(X)$	$\sigma$	$M(X)$	$D(X)$	$\sigma$
<b>1 группа</b>	0,5200	0,0837	0,2894	0,0200	0,0004	0,0004
<b>2 группа</b>	0,5066	0,0817	0,2859	0,0016	0,0024	0,0024
<b>3 группа</b>	0,4999	0,0834	0,2888	0,0001	0,0001	0,0001

**Вывод:** построенный генератор случайных чисел позволяет получить последовательность псевдослучайных чисел, математическое ожидание и дисперсия которой наиболее приближены к теоретическим значениям равномерного распределения; определение этих параметров для первой сотни чисел, по двум и по трем сотням чисел для наилучших значений параметров генератора показывает, что чем больше количество псевдослучайных чисел, тем ближе указанные статистические показатели к теоретическим значениям равномерного распределения.