



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«МИРЭА – Российский технологический университет»

РТУ МИРЭА

**Институт информационных технологий (ИТ)
Кафедра инструментального и прикладного программного обеспечения
(ИППО)**

**Методические указания
для выполнения
лабораторных работ
по дисциплине Надежность ПО**

Москва 2018

Моделирование генеральной совокупности псевдослучайных величин

Для выполнения задания необходимо с помощью генератора псевдослучайных чисел создать последовательность из 100 случайных величин. Сгенерированные случайные величины должны отвечать следующим требованиям:

а) количество отрицательных и положительных значений должно быть примерно равно;

б) случайные величины должны изменяться в пределах от 0 до $0,5 \cdot N_{\text{группы}}$

После того, как будет сгенерирована соответствующая последовательность псевдослучайных величин, необходим будет смоделировать реальные измерения, включающие случайные погрешности. Для моделирования величины введем абстрактное понятие истинного значения ψ искомой величины X . Оценкой для неизвестного значения искомой случайной величины является ее математическое ожидание, которое принято обозначать: M_X , такое, что $M_X = \psi$, а Δ_i – некоторая случайная величина, моделирующая погрешность. Тогда модель случайной величины x будет:

$$x = \psi + \Delta_i$$

Величина ψ вычисляется индивидуально для каждого студента:

$$\psi = 5 + \frac{N_{\text{пп}}}{8}$$

где $N_{\text{пп}}$ – порядковый номер студента в журнале группы.

После того, как будут смоделированы результаты измерений необходимо вычислить дисперсию (центральный статистический момент второго порядка) и среднеквадратическое отклонение. Вычисления необходимо провести дважды. Первый раз по формулам, а второй раз с использованием функционала прикладного программного обеспечения, в котором выполняется задание.

Для выполнения работы рекомендуется использовать табличный процессор (например, Openoffice Calc или LibreOffice Calc или Microsoft Office Excel и т.п.), возможно использование другого ПО.

Отчет о выполненной работе оформить в бумажном и электронном виде в соответствии со стандартными требованиями по оформлению подобных работ. Файл с расчетами необходимо предоставить в электронном виде преподавателю.

В отчете следует подробно описать процесс выполнения задания, включая используемые функции ПО.

Пример выполнения лабораторной работы №1

«Моделирование генеральной совокупности псевдослучайных величин»

Задание

1) Сгенерировать 100 случайных величин, отвечающих следующим требованиям:

- количество отрицательных и положительных значений должно быть примерно равно;

- случайные величины должны изменяться в пределах от 0 до 1 (по модулю).

2) Смоделировать реальные измерения. Модель случайной величины:

$$x = \psi + \Delta_i, \text{ где } \psi \text{ истинное значение}$$

$$\psi = 5 + \frac{13}{8} = 6,625 \text{ (мат. ожидание равно данной величине)}$$

3) Вычислить дисперсию и среднеквадратическое отклонение (двумя способами: с помощью функционала ПО; непосредственно по статистическим формулам).

Ход работы

Для выполнения данной лабораторной работы использовался табличный процессор Excel.

1. Сгенерировать 100 случайных величин, удовлетворяющих условиям задания.

Использовалась функция СЛЧИС(), для того чтобы числа распределились на нужном нам отрезке необходимо видоизменить функцию:

$\text{СЛЧИС()} * (b - 1) + a$, где a и b это начало и конец отрезка, т.е. $a = -1$ $b = 1$.

Заполняем такими величинами столбец А (рис.1), с первой по сотую строку. Количество отрицательных и положительных чисел примерно равно, при каждом изменении страницы (варьируется от 47 и 53 до 49 и 51).

fx		=СЛЧИС()* (1+1)-1																			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	0,169732		6,794732		6,625		6,553697		0,30761	0,554626					0,058098						
2	-0,32037		6,304633						0,310718	0,55742					0,062033						
3	-0,804		5,821												0,536845						
4	-0,89451		5,730495												0,677662						
5	0,797623		7,422623												0,755032						
6	-0,00988		6,615123												0,003773						
7	-0,05343		6,571569												0,000319						
8	0,403844		7,028844												0,225765						
9	-0,99717		5,627829												0,857231						
10	-0,61194		6,013056												0,292293						
11	0,009169		6,634169												0,006476						
12	-0,00679		6,618214												0,004162						
13	0,433017		7,058017												0,254339						
14	0,584896		7,209896												0,430598						
15	-0,38498		6,240016												0,098396						
16	0,226077		6,851077												0,088435						
17	0,575487		7,150487												0,356159						

Рис.1. Сгенерированные псевдослучайные величины в столбце А

2. Смоделировать реальные измерения, по предоставленной модели в задании. Учитывая то, что наши сгенерированные величины являются погрешностями истинного значения искомой величины.

Реальные измерения записываются в столбец С (1-100 строка) и высчитываются по формуле:

$$A1:A100+6,625, \text{ где}$$

6,625 это истинное значение, вычисляемое по формуле из задания (рис. 2), а диапазон А1:А100 означает то, что к каждому числу из данного диапазона прибавляется 6,625.

fx		=A1:A100+6,625																			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	0,169732		6,794732		6,625		6,553697		0,30761	0,554626					0,058098						
2	-0,32037		6,304633						0,310718	0,55742					0,062033						
3	-0,804		5,821												0,536845						
4	-0,89451		5,730495												0,677662						
5	0,797623		7,422623												0,755032						
6	-0,00988		6,615123												0,003773						
7	-0,05343		6,571569												0,000319						
8	0,403844		7,028844												0,225765						
9	-0,99717		5,627829												0,857231						
10	-0,61194		6,013056												0,292293						
11	0,009169		6,634169												0,006476						
12	-0,00679		6,618214												0,004162						
13	0,433017		7,058017												0,254339						
14	0,584896		7,209896												0,430598						
15	-0,38498		6,240016												0,098396						
16	0,226077		6,851077												0,088435						
17	0,575487		7,150487												0,356159						

Рис.2. Формула получения реального измерения

и его отображение в столбце С

3. Так как данные, предоставленные в условии задания, являются статистическими, то математическое ожидание, необходимо вычислить по специальным формулам для статистического математического ожидания и производить дальнейшие вычисления по этому параметру.

Статистическое математическое ожидание вычисляется по формуле:

$$\overline{M_x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Вычисление математического ожидания на рисунке 3, с помощью функционала табличного процессора. Результат автоматически записывается в столбец G (1 строка):

$$\text{СУММ}(C1:C100)/n$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	0,577472		7,202472		6,625		6,5384		0,314212	0,560546					0,440992						
2	0,26679		6,89179		Mx		Mx(статистич.)		Дисп.1	Ср.откл.1					0,124884						
3	-0,54776		6,077243												0,212666						
4	0,537358		7,162358												0,389324						
5	-0,8687		5,756299												0,611682						
6	-0,18521		6,439788												0,009724						
7	0,408371		7,033371						0,317386	0,56337					0,244996						
8	-0,87293		5,75207						Дисп.2	Ср.откл.2					0,618316						
9	-0,03076		6,594245												0,003119						
10	-0,39852		6,226484												0,097291						
11	-0,83396		5,79104												0,558547						
12	-0,38401		6,240986												0,088455						
13	0,223595		6,848595												0,096221						
14	-0,82443		5,800568												0,544396						
15	0,736082		7,361082												0,676805						
16	-0,42023		6,204769												0,11131						
17	0,179508		6,804508												0,070813						

Рис.3. Статическое математического ожидание в столбце G

Полученный результат отличается незначительно от указанного мат.ожидания в условии задания, на 0,0866. Следовательно среднее значение случайной величины изменилось незначительно.

4. Посчитаем дисперсию с помощью функции ДИСПР(), вычисляет дисперсию для генеральной совокупности, т.е. не являются выбранными элементами из совокупности, а представляют собой всю совокупности на рисунке 4:

$$\text{ДИСПР}(C1:C100),$$

т.е. вычислить дисперсию для совокупности из столбца C с 1 по 100 строку.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	0,577472		7,202472		6,625		6,5384		0,314212	0,560546					0,440992						
2	0,26679		6,89179		Mx		Mx(статистич.)		Дисп.1	Ср.откл.1					0,124884						
3	-0,54776		6,077243												0,212666						
4	0,537358		7,162358												0,389324						
5	-0,8687		5,756299												0,611682						
6	-0,18521		6,439788												0,009724						
7	0,408371		7,033371						0,317386	0,56337					0,244996						
8	-0,87293		5,75207						Дисп.2	Ср.откл.2					0,618316						
9	-0,03076		6,594245												0,003119						
10	-0,39852		6,226484												0,097291						
11	-0,83396		5,79104												0,558547						
12	-0,38401		6,240986												0,088455						
13	0,223595		6,848595												0,096221						
14	-0,82443		5,800568												0,544396						
15	0,736082		7,361082												0,676805						
16	-0,42023		6,204769												0,11131						
17	0,179508		6,804508												0,070813						

Рис.4. Результат выполнения функции ДИСПР в ячейке I1

5. Вычислим среднеквадратическое отклонение с помощью функции СТАН-

ДОТКЛОНП(). Использование буквы П означает что расчет будет выполнен по генеральной совокупности; стандартным в данном табличном процессоре называется среднеквадратическое отклонение. Процесс вычисления представлен на рисунке 5:

СТАНДОТКЛОНП(C1:C100)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	0,577472		7,202472		6,625		6,5384		0,314212	0,560546					0,440992						
2	0,26679		6,89179		Mx		Mx(статистич.)		Дисп.1	Ср.откл.1					0,124884						
3	-0,54776		6,072243												0,212666						
4	0,537358		7,162358												0,389324						
5	-0,8687		5,756299												0,611682						
6	-0,18521		6,439788												0,009724						
7	0,408371		7,033371						0,317386	0,56337					0,244996						
8	-0,87293		5,75207						Дисп.2	Ср.откл.2					0,618316						
9	-0,03076		6,594245												0,003119						
10	-0,39852		6,226484												0,097291						
11	-0,83396		5,79104												0,558547						
12	-0,38401		6,240986												0,088455						
13	0,223595		6,848595												0,096221						
14	-0,82443		5,800568												0,544396						
15	0,736082		7,361082												0,676805						
16	-0,42023		6,204769												0,11131						
17	0,179508		6,804508												0,070813						

Рис.5. Результат функции СТАНДОТКЛОНП в ячейке J1

6. Вычислим дисперсию, используя статистические формулы из лекционного курса по предмету «Надежность ПО».

Формула для расчета дисперсии:

$$\overline{D_x} = \frac{\sum_{i=1}^n [x_i - M(X)]^2}{n - 1}$$

Чтобы избежать нагромождений в функции, запишем в столбец О реальное значение в квадрате.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	0,577472		7,202472		6,625		6,5384		0,314212	0,560546					0,440992						
2	0,26679		6,89179		Mx		Mx(статистич.)		Дисп.1	Ср.откл.1					0,124884						
3	-0,54776		6,072243												0,212666						
4	0,537358		7,162358												0,389324						
5	-0,8687		5,756299												0,611682						
6	-0,18521		6,439788												0,009724						
7	0,408371		7,033371						0,317386	0,56337					0,244996						
8	-0,87293		5,75207						Дисп.2	Ср.откл.2					0,618316						
9	-0,03076		6,594245												0,003119						
10	-0,39852		6,226484												0,097291						
11	-0,83396		5,79104												0,558547						
12	-0,38401		6,240986												0,088455						
13	0,223595		6,848595												0,096221						
14	-0,82443		5,800568												0,544396						
15	0,736082		7,361082												0,676805						
16	-0,42023		6,204769												0,11131						
17	0,179508		6,804508												0,070813						

Рис.6. Квадрат реального значения величины в столбце О

Далее согласно формуле вычислим сумму $x - M(X)$ и поделим на 99.

fx		=СУММ(O1:O100)/99																			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	0,577472		7,202472		6,625		6,5384		0,314212	0,560546					0,440992						
2	0,26679		6,89179		Мх		Мх(статистич.)		Дисп.1	Ср.откл.1					0,124884						
3	-0,54776		6,077243												0,212666						
4	0,537358		7,162358												0,389324						
5	-0,8687		5,756299												0,611682						
6	-0,18521		6,439788												0,009724						
7	0,408371		7,033371						0,317386	0,56337					0,244996						
8	-0,87293		5,75207						Дисп.2	Ср.откл.2					0,618316						
9	-0,03076		6,594245												0,003119						
10	-0,39852		6,226484												0,097291						
11	-0,83396		5,79104												0,558547						
12	-0,38401		6,240986												0,088455						
13	0,223595		6,848595												0,096221						
14	-0,82443		5,800568												0,544396						
15	0,736082		7,361082												0,676805						
16	-0,42023		6,204769												0,11131						
17	0,179508		6,804508												0,070813						

Рис.7. Результат вычислений дисперсии в ячейке I7

7. Вычислим среднееквадратическое отклонение используя статистическую формулу:

$$\overline{\sigma}_x = \sqrt[2]{D_x}$$

Так как дисперсию мы уже нашли (I7), то необходимо возвести полученное значение в степень 0,5.

fx		=I7^(0,5)																			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	0,577472		7,202472		6,625		6,5384		0,314212	0,560546					0,440992						
2	0,26679		6,89179		Мх		Мх(статистич.)		Дисп.1	Ср.откл.1					0,124884						
3	-0,54776		6,077243												0,212666						
4	0,537358		7,162358												0,389324						
5	-0,8687		5,756299												0,611682						
6	-0,18521		6,439788												0,009724						
7	0,408371		7,033371						0,317386	0,56337					0,244996						
8	-0,87293		5,75207						Дисп.2	Ср.откл.2					0,618316						
9	-0,03076		6,594245												0,003119						
10	-0,39852		6,226484												0,097291						
11	-0,83396		5,79104												0,558547						
12	-0,38401		6,240986												0,088455						
13	0,223595		6,848595												0,096221						
14	-0,82443		5,800568												0,544396						
15	0,736082		7,361082												0,676805						
16	-0,42023		6,204769												0,11131						
17	0,179508		6,804508												0,070813						

Рис.8.Результат вычисления среднеекв.отклон. в ячейке J7

Выводы

Полученные значения дисперсии почти равны между собой, разница составляет 0,003174, это говорит о том, что вычисления с помощью статических формул дают практически такой же результат, как и функции Excel. Если анализировать само значение дисперсии, то оно говорит о том, что разброс случайных величин невелик (это верно, поскольку числа равномерно распределены в диапазоне -1;1). Тоже самое, можно сказать и о среднееквадратическом отклонении.