

Обработка результатов многократных измерений в программе OpenOffice

О.Б. Бавыкин, П.А. Беляева

Московский Политех, Москва

Аннотация: В статье предложено использовать программу Calc для снижения трудоемкости обработки многократных измерений. По написанной методике исследована точность используемых в Calc функций. Выбраны функции указанной программы, позволяющие запрограммировать алгоритм обработки измерений. Представлена структура написанного алгоритма.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, многократные измерения, обработка результатов измерений, Microsoft Excel, OpenOffice Calc.

Одной из задач метрологического обеспечения на стадии производства продукции является обработка результатов измерений [1-2]. При числе результатов многократных измерений больше 50 их обработка требует большого объема вычислений, что отмечено в пункте Г.2 нормативного документа ГОСТ Р 8.736-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения».

Возможным направлением снижения трудоемкости обработки измерений и уменьшения влияния человеческого фактора может стать применение компьютерной программы, предназначенной для выполнения необходимых математических и логических операций с последующим представлением результатов (как, например, компьютерная программа, описанная в [3]).

Существует ряд специализированных и универсальных программных продуктов, которые позволяют запрограммировать обработку результатов измерений. Их недостатки представлены в таблице 1.

Таблица № 1

Недостатки известных компьютерных программ для обработки результатов измерений

Название программы	Сайт производителя	Выявленные недостатки
Mathcad	http://mathcad.com.ua/	Стоимость лицензии составляет от 26 000р. до 1 млн р., сложность в освоении
Matlab	http://matlab.ru/	Стоимость лицензии составляет от 3 000 р. до 80 000р., сложность в освоении
Mathematica	http://www.wolfram.com/mathematica/	Стоимость лицензии составляет от 20 000р. до 320 000р., сложность в освоении
Microsoft Office Excel	https://www.microsoft.com/ru-ru	Стоимость лицензии составляет от 2000 р. до 25 000р.
OpenOffice Calc	http://www.openoffice.org/ru/	Отсутствуют

Из таблицы видно, что к основным недостаткам большинства компьютерных программ можно отнести их коммерческий формат распространения и высокую сложность освоения.

При этом стоит отметить, что пакет OpenOffice Calc распространяется бесплатно, является аналогом Microsoft Office [4, 5] и обладает русскоязычным интерфейсом. Состав пакета OpenOffice показан на рис. 1.







Модуль		Примечание
	Writer	Текстовый процессор и визуальный редактор HTML
	Calc	Табличный процессор
	Impress	Программа подготовки презентаций
	Base	Механизм подключения к внешнему СУБД и встроенная СУБД HSQLBD
	Draw	Векторный графический редактор
	Math	Редактор формул

Рис. 1. – Состав пакета OpenOffice

Для обработки результатов измерений целесообразно выбрать табличный процессор Calc. Однако, в литературе отсутствует информация о точности используемых алгоритмов модуля Calc и с целью оценки этой точности были выполнены специальные исследования. За основу была взята методика из статьи [6], в которой автор изучал точность программы Excel.

Написанная методика включает в себя программирование расчета стандартной нормальной функции распределения для 30 аргументов (значения от 0,1 до 1,6 с шагом 0,05). Расчет выполнялся для каждого аргумента с применением функции NORMDIST со средним значением 0 и стандартным отклонением 1. На рис. 2 показаны результаты программирования, а в таблице 1 - результаты сравнения подсчитанных значений функции с табличными, взятыми из нормативного документа ГОСТ Р 50779.21-2004 «Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Часть 1. Нормальное распределение».

Нормальное распределение				
	Плотность распределения		Функция распределения	
	x	N(0,1)	x	N(0,1)
4	0,1	0,539827837	0,1	0,398952547
5	0,15	0,559617692	0,15	0,394479331
6	0,2	0,579259709	0,2	0,391042694
7	0,25	0,598706326	0,25	0,386668117
8	0,3	0,617911422	0,3	0,381387815
9	0,35	0,636830651	0,35	0,375240347
10	0,4	0,655421742	0,4	0,36827014
11	0,45	0,67364478	0,45	0,360526962
12	0,5	0,691462461	0,5	0,352065327
13	0,55	0,708840313	0,55	0,342943855
14	0,6	0,725746882	0,6	0,333224603
15	0,65	0,742153889	0,65	0,32297236
16	0,7	0,758036348	0,7	0,312253933
17	0,75	0,773372648	0,75	0,301137432
18	0,8	0,788144601	0,8	0,289691553
19	0,85	0,802337457	0,85	0,277984886
20	0,9	0,815939875	0,9	0,26608525
21	0,95	0,828943874	0,95	0,254059056
22	1	0,841344746	1	0,241970725
23	1,05	0,853140944	1,05	0,229882141
24	1,1	0,864333939	1,1	0,217852177
25	1,15	0,874928064	1,15	0,205936269
26	1,2	0,88493033	1,2	0,194186055
27	1,25	0,894350226	1,25	0,182649085
28	1,3	0,903199515	1,3	0,171368592
29	1,35	0,911492009	1,35	0,160383327
30	1,4	0,919243341	1,4	0,149727466
31	1,45	0,92647074	1,45	0,139430566
32	1,5	0,933192799	1,5	0,129517596
33	1,55	0,939429242	1,55	0,12009001
34	1,6	0,945200708	1,6	0,110920835

Рис. 2. – Программирование расчета стандартной нормальной функции распределения

Таблица № 2

Сравнение значений функций Normdist с табличными значениями стандартного нормального закона распределения

Аргумент	Значение функции Normdist	Табличные значения функции стандартного нормального закона распределения	Аргумент	Значение функции Normdist	Табличные значения функции стандартного нормального закона распределения
0,1	0,5398278373	0,53983	0,9	0,8159398747	0,81593

0,15	0,5596176924	0,55962	0,95	0,8289438737	0,82894
0,2	0,5792597094	0,57926	1	0,8413447461	0,84134
0,25	0,5987063257	0,59871	1,05	0,8531409436	0,85314
0,3	0,6179114222	0,61791	1,1	0,8643339391	0,86433
0,35	0,6368306512	0,63683	1,15	0,8749280644	0,87493
0,4	0,6554217416	0,65542	1,2	0,8849303298	0,88493
0,45	0,6736447797	0,97364	1,25	0,8943502263	0,89435
0,5	0,6914624613	0,69146	1,3	0,9031995154	0,90320
0,55	0,7088403132	0,70884	1,35	0,9114920086	0,91149
0,6	0,7257468822	0,72575	1,4	0,9192433408	0,91924
0,65	0,7421538892	0,74215	1,45	0,9264707404	0,92647
0,7	0,7580363478	0,75804	1,5	0,9331927987	0,93320
0,75	0,7733726476	0,77337	1,55	0,939429242	0,93942
0,8	0,7881446014	0,78814	1,6	0,9452007083	0,94520
0,85	0,8023374569	0,80234			

Из таблицы 2 видно, что рассчитанные значения стандартной нормальной функции распределения практически совпадают с табличными данными. Точность расчетов программы Calc позволяет использовать ее для программирования обработки результатов измерений.

Для программирования алгоритма были изучены функции встроенные математические и логические функции программы Calc и выбраны те, которые можно использовать в алгоритме обработки измерений (таблица 3).

Таблица № 3

Функции программы Calc, используемые для обработки результатов измерений

Наименование функции	Синтаксис	Применение в алгоритме
ABS (абсолютное)	ABS(число)	Возвращает модуль (абсолютную)



значение)		величину) числа
AVERAGEA (среднее значение)	AVERAGEA(значение1;значение2)	Вычисляет среднее значение выборки
COUNT (счет)	COUNT(число1;число2)	Подсчитывает количество числовых значений, игнорируя другие типа данных
COUNTIFS (попадание в интервал)	COUNTIFS(диапазон1;критерий1;диапазон2;критерий2)	Считает количество ячеек, удовлетворяющих критериям из нескольких диапазонов
IF (если)	IF(текст, тогда значение, иначе значение)	Указывает логический текст, который необходимо выполнить
MAX (максимум)	MAX(число1;число2)	Вычисляет максимальное значение из списка аргументов
MIN (минимум)	MIN(число1;число2)	Вычисляет минимальное значение из списка аргументов
SQRT (корень)	SQRT(число)	Вычисляет квадратный корень числа
STDEV (СКО)	STDEV(число1;число2)	Вычисляет стандартное отклонение исходя из выборки
SUM (сумма)	SUM(число1,число2)	Возвращает сумму всех аргументов

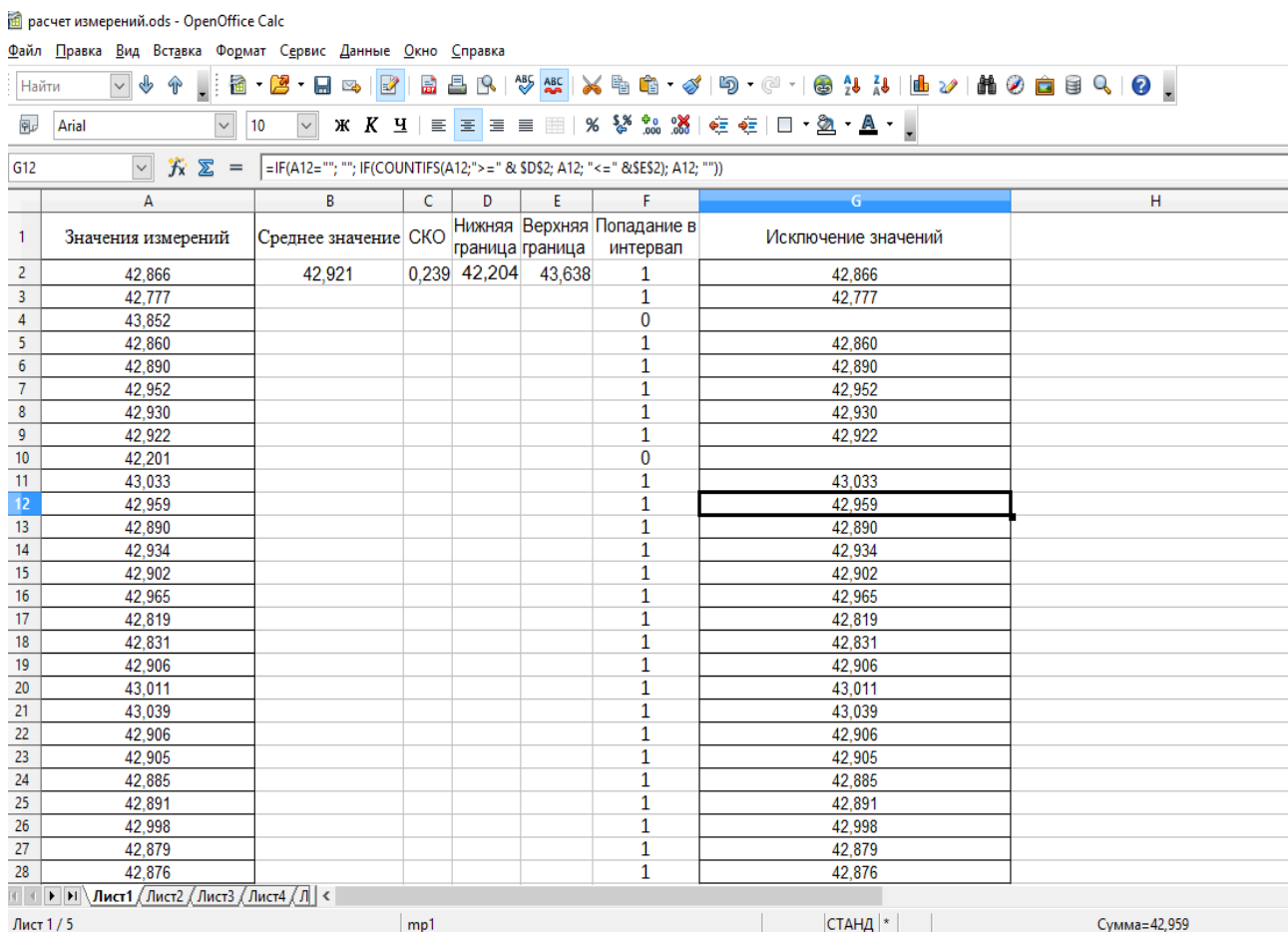
Предлагаемый алгоритм содержит отобранные функции и включает в себя 5 листов. Каждый лист предназначен для решения определенной задачи:

- на листе 1 исключаются грубые погрешности;
- лист 2 предназначен для повторной проверки результатов измерений на наличие грубой погрешности;
- обнаружение систематических погрешностей запрограммировано на листе 3;
- лист 4 проверяет соответствие распределения результатов измерений нормальному закону (графические методы);

- лист 5 проверяет соответствие распределения результатов измерений нормальному закону (составной критерий) и представляет конечный результат обработки результатов измерений.

Внешний вид написанного в программе Calc алгоритма показан на рис.

3.



расчет измерений.ods - OpenOffice Calc

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Найти

Arial 10 Ж К Ч

G12 =IF(A12=""; ""; IF(COUNTIFS(A12;">=" & SD\$2; A12;"<=" & SE\$2); A12; ""))

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Значения измерений	Среднее значение	СКО	Нижняя граница	Верхняя граница	Попадание в интервал	Исключение значений	
2	42,866	42,921	0,239	42,204	43,638	1	42,866	
3	42,777					1	42,777	
4	43,852					0		
5	42,860					1	42,860	
6	42,890					1	42,890	
7	42,952					1	42,952	
8	42,930					1	42,930	
9	42,922					1	42,922	
10	42,201					0		
11	43,033					1	43,033	
12	42,959					1	42,959	
13	42,890					1	42,890	
14	42,934					1	42,934	
15	42,902					1	42,902	
16	42,965					1	42,965	
17	42,819					1	42,819	
18	42,831					1	42,831	
19	42,906					1	42,906	
20	43,011					1	43,011	
21	43,039					1	43,039	
22	42,906					1	42,906	
23	42,905					1	42,905	
24	42,885					1	42,885	
25	42,891					1	42,891	
26	42,998					1	42,998	
27	42,879					1	42,879	
28	42,876					1	42,876	

Лист1 / 5 | mp1 | СТАНД | * | Сумма=42,959

Рис. 3. – Компьютерный алгоритм обработки результатов измерений

Дальнейшим направлением развития написанного алгоритма может стать его подготовка к метрологической аттестации.

Разработанный программный продукт может быть использован в учебном процессе кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация» Московского Политеха совместно с применяемыми образовательными технологиями [7-10].

Литература

1. Сычев Е.И., Храменков В.Н., Шкитин А.Д. Основы метрологии военной техники. М.: Воениздат, 1993. 390 с.
2. Placko D., 2006. Metrology in Industry. The Key for Quality. French College of Metrology, pp: 38-39.
3. Бавыкин О.Б. Автоматизация метрологического обеспечения на стадии производства продукции // Инженерный вестник Дона, 2016, № 4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_13_Bavykin_2.pdf_74c3b2dca8.pdf.
4. Ishizu H., Yamada T. Applied Radiation and Isotopes. 2017. №126. pp. 158-161.
5. Клячкин В. Н. Компьютерный практикум по статистическим методам в управлении качеством // Ульяновск: УлГТУ, 2013. 156 с.
6. Excel в статистическом моделировании В.В.Заляжных. URL: arhiuch.ru/st1.html (доступ свободный).
7. Потапов А.А., Бавыкин О.Б. Основы учебного курса «Методы фрактального анализа» // Нелинейный мир. 2014. Т. 12 № 1. С. 004-008.
8. Бавыкин О.Б. Формирование учебных занятий с применением измерительной системы для измерения шероховатости поверхности MarSurf XR 20 // Инженерный вестник Дона, 2014, № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2466.
9. Кузнецов Д.Б., Полевщиков И.С., Лясин В.Н. Методика автоматизированного контроля знаний студентов по дисциплине «Теория вычислительных процессов» // Инженерный вестник Дона, 2013, № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2041.
10. Бавыкин О.Б. Применение в образовании специализированных компьютерных программ «NOVA» и «MYTESTX» // IDO Science. 2011. № 1. С. 10-11.

References

1. Sychev E.I., Hramenkov V.N., Shkitin A.D. Osnovy metrologii voennoj tehniki [Fundamentals of Metrology military equipment.]. M.: Voenizdat, 1993. 390 p.
2. Placko D., 2006. Metrology in Industry. The Key for Quality. French College of Metrology, pp. 38-39.
3. Bavykin O.B. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2016, № 4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_13_Bavykin_2.pdf_74c3b2dca8.pdf.
4. Ishizu H., Yamada T. Applied Radiation and Isotopes. 2017. №126. pp. 158-161.
5. Klyachkin V. N. Komp'yuternyy praktikum po statisticheskim metodam v upravlenii kachestvom [Computer workshop on statistical methods in quality management]. Ul'yanovsk: UIGTU, 2013. 156 p.
6. V.V.Zalyazhnykh/ Excel v statisticheskom modelirovanii [Excel in statistical modeling]. URL: arhiuch.ru/st1.html.
7. Potapov A.A., Bavykin O.B. Nelinejnyj mir. 2014. T. 12 № 1. pp. 004-008.
8. Bavykin O.B. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2466.
9. Kuznecov D.B., Polevshnikov I.S., Ljasin V.N. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2041.
10. Bavykin O.B. IDO Science. 2011. № 1. pp. 10-11.