

УДК 620.1.05

С. И. Носков, М. А. Бондарь, Л. А. Ерес, П. П. Левченко, Ю. Н. Петренко

МОДЕРНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ КАМЕР ДЛЯ УСКОРЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Приведены описание работы программы со стороны пользователя и программного решения автоматизации со стороны программиста. Внедрение автоматизированной программы позволило значительно ускорить процесс аттестации климатических камер.

Наведено опис роботи програми з боку користувача, а також опис програмного рішення автоматизації з боку програміста. Впровадження автоматизованої програми дозволило значно прискорити процес атестації кліматичних камер.

The description of the program and its work on the part of the user is given as well as a description of the software automation solution from the programmer's side. The introduction of an automated program has significantly accelerated the process of attestation of climatic chambers.

Введение

Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, использующее саморегулирующие технические средства и математические методы с целью освобождения человека от участия в получении, преобразовании, передаче и использовании энергии, материалов, изделий, информации либо существенного уменьшения степени этого участия или трудоемкости выполняемых операций.

Модернизация – усовершенствование объекта или процесса, приведение его в соответствии с новыми требованиями и нормами, техническими условиями, показателями качества. Модернизация является неотъемлемой частью развития любого предприятия.

Описан процесс автоматизации расчета погрешности климатических камер для ускоренных климатических испытаний посредством табличного процессора Microsoft Excel, который входит в состав офисного пакета Microsoft Office.

Ранее аттестация камер проводилась с помощью ручного расчета погрешности. Это требовало значительно больше времени и долгой концентрации инженера на монотонных ручных расчетах, что в определенных случаях приводило к дополнитель-

ной инструментальной погрешности. Структурная схема ручного расчета погрешностей представлена на рис. 1.

Определение точностных характеристик до модернизации алгоритма:

1. Неравномерность распределения температуры

$$t_{\text{нер}} = \overline{t_{\text{max}}} - \overline{t_{\text{min}}},$$

где $\overline{t_{\text{max}}}$, $\overline{t_{\text{min}}}$ – максимальное и минимальное значения температуры в экстремальных точках полезного объема камеры.

2. Значения амплитуды колебаний температуры в точках:

$$a_{\text{max}} = \overline{t_{\text{max}}} - \overline{t_{\text{min}}},$$

где a_{max} – максимальное значение амплитуды колебаний температуры; $\overline{t_{\text{max}}}$ – максимальное значение температуры;

$$a_{\text{min}} = \overline{t_{\text{min}}} - \overline{t_{\text{min}}},$$

где a_{min} – минимальное значение амплитуды колебаний температуры; $\overline{t_{\text{min}}}$ – минимальное значение температуры.

3. Границы погрешности воспроизведения температурных режимов:

$$\Delta h = \left(\frac{\overline{t_{\max}} + \overline{t_{\min}}}{2} - t_{\text{зп}} \right) + \frac{t_{\text{неп}}}{2} + a_{\max},$$

где Δh – верхняя граница погрешности воспроизведения температурных режимов в камере; $t_{\text{зп}}$ – значение температуры, воспроизводимой в камере с помощью задающих и регулирующих устройств;

$$\Delta l = \left(\frac{\overline{t_{\max}} + \overline{t_{\min}}}{2} - t_{\text{зп}} \right) - \frac{t_{\text{неп}}}{2} - a_{\min},$$

где Δl – нижняя граница погрешности воспроизведения температурных режимов в камере.

За счет модернизации алгоритма и автоматизации расчета погрешности аттестация камеры упрощена. Введение разработанного модернизированного автоматизированного расчета позволило существенно сократить время, затрачиваемое на аттестацию, и свести дополнительную инструментальную составляющую погрешности практически к нулю.

Статья состоит из двух частей: описание работы программы со стороны пользователя и функции со стороны программиста.

Описание работы программы

Программа представляет собой Excel файл с расширением .xls. Для его запуска необходимо специальное программное обеспечение Microsoft Excel.

На рис. 2 представлен интерфейс программы. Пользователь запускает файл arpkk.xls.

В ячейку А6 пользователь записывает задаваемую температуру режима. В массиве ячеек С6–L14 записывает значения десяти зарегистрированных показаний для каждого первичного преобразователя.

Результаты промежуточных и окончательных вычислений располагаются справа от таблицы.

В ячейках R6 и S6 программа выдает пользователю границы погрешности воспроизведения температурных режимов в климатической камере, которые впоследствии используются для формирования протокола периодической аттестации.

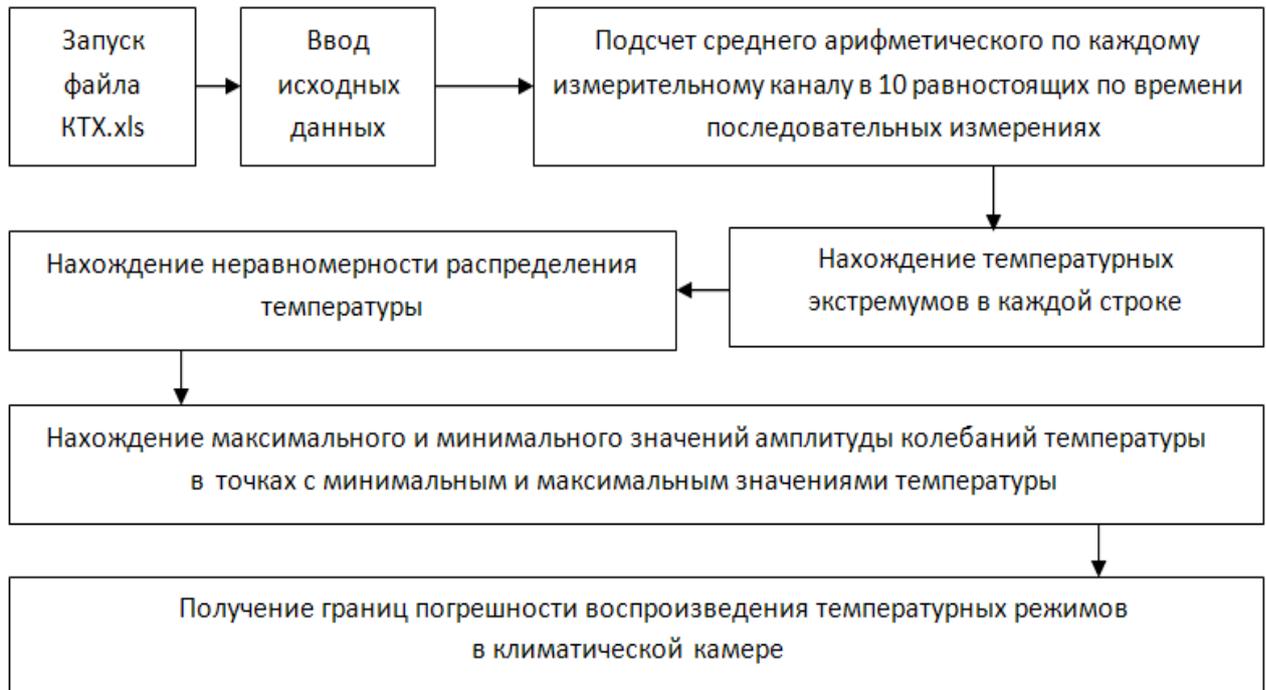


Рис. 1. Структурная схема ручного расчета погрешностей

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	O	P	Q	R	S
1																	
2																	
3	Зарегистрированные показания, °C											Среднее значение температуры в точке камеры					
4	Номер измерения												t	t _{max}	t _{min}	Δh	Δl
5		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	29.45					
6	t ₁	30.00	29.71	29.50	29.42	29.37	29.37	29.31	29.28	29.25	29.26	29.45	2.38	0.34	0.21	3.17	-1.77
7	t ₂	30.85	30.85	29.86	29.82	29.75	29.74	29.68	29.64	29.66	29.63	29.95					
8	t ₃	32.17	32.00	31.91	31.86	31.76	31.76	31.74	31.71	31.69	31.68	31.83	Минимальное среднее значение температуры в точке камеры	Максимальное среднее значение температуры в точке камеры			
9	t ₄	30.76	30.58	30.47	30.41	30.36	30.29	30.27	30.25	30.25	30.22	30.39	29.44	31.83			
10	t ₅	30.93	30.64	30.47	30.39	30.29	30.21	30.22	30.18	30.14	30.14	30.36					
11	t ₆	30.87	30.63	30.47	30.38	30.31	30.30	30.24	30.21	30.21	30.17	30.38	Минимальное в строке максимального среднего	Максимальное в строке максимального среднего			
12	t ₇	30.93	30.73	30.60	30.53	30.42	30.42	30.41	30.37	30.35	30.36	30.51	29.23	32.17			
13	t ₈	30.39	30.12	29.98	29.88	29.79	29.78	29.78	29.72	29.71	29.68	29.88					
14	t ₉	30.05	29.71	29.51	29.43	29.34	29.33	29.31	29.27	29.23	29.26	29.44					

Рис. 2. Интерфейс программы

Описание программного решения автоматизации



Рис. 3. Структурная схема автоматизированного расчета

Ячейки подсчета среднего значения температуры в каждой точке камеры имеют следующий вид: в массиве ячеек M6-M14 с помощью функции СРЗНАЧ подсчитывается среднее значение температуры в каждой точке камеры.

В ячейке O6 с помощью функции МИН рассчитывается минимальное среднее значение температуры в точке камеры.

В ячейке Q6 с помощью функции МАКС рассчитывается максимальное среднее значение температуры в точке камеры.

В ячейке O13 с помощью функций МИН, ИНДЕКС, ПОИСКПОЗ находится минимальное значение в строке минимального среднего.

В ячейке Q13 с помощью функций МАКС, ИНДЕКС, ПОИСКПОЗ находится максимальное значение в строке максимального среднего.

В ячейке O6 с помощью отрицательного оператора находится неравномерность распределения температуры в полезном объеме камеры.

В ячейках P6 и Q6 вычисляются максимальное и минимальное значения амплитуды колебаний температуры в точках с минимальным и максимальным значениями температуры.

В ячейках R6 и S6 вычисляются верхняя Δh и нижняя Δl границы погрешности воспроизведения температурных режимов в камере согласно модернизированному алгоритму (рис. 3):

$$\Delta h = \left(\frac{\overline{t_{\max}} + \overline{t_{\min}}}{2} - \overline{t_{\text{зп}}} \right) + \frac{\overline{t_{\max}} - \overline{t_{\min}}}{2} + (\overline{t_{\max}} - \overline{t_{\max}});$$

$$\Delta l = \left(\frac{\overline{t_{\max}} - \overline{t_{\min}}}{2} - \overline{t_{\text{зп}}} \right) - \frac{\overline{t_{\max}} - \overline{t_{\min}}}{2} - (\overline{t_{\min}} - \overline{t_{\min}}).$$

Выводы

Была создана программа «Автоматизация расчета погрешностей измерения температуры климатических камер для ускоренных климатических испытаний», в которой описаны разработанный модернизированный автоматизированный алгоритм, инструкция оператора, а также приведен листинг. Данная программа внедрена на ГП «КБ «Южное».

Введенная программа автоматизации позволила сократить затраты на проведение аттестации и минимизировать возникновение ошибки оператора при монотонной ручной работе.

Статья поступила 02.08.2017