

А.Д. Зонова, доцент, канд. техн. наук
С.В. Ромасько, аспирант
(ФГБОУ ВПО «СГГА», г. Новосибирск)

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТАПЛИВАЕМОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Главной задачей теплоснабжения, например, помещения, является обеспечение нормальной температуры T_O внутри этого объекта, окруженного ограждающими конструкциями [1, 2]. Выделяемый системой теплоснабжения тепловой поток P распределяется на тепловые утечки (тепловые потоки) через стены в окружающую среду температурой T_C .

Примером сложного характера процессов теплообмена отапливаемого помещения с окружающей средой и соседними с ним помещениями могут служить результаты проведённых исследований распределения температуры на внутренней поверхности стен одного из лабораторных помещений Сибирского НИИ метрологии (рис. 1). Исследования выполнялись с помощью многоканального прецизионного измерителя температуры «Термоизмеритель ТМ-12», имеющего 12 каналов измерений температуры и укомплектованного датчиками температуры ТС-100 с номинальным сопротивлением 100 Ом. Прибор позволяет измерять температуру и исследовать температурное поле с разрешением в 0,01 °C.

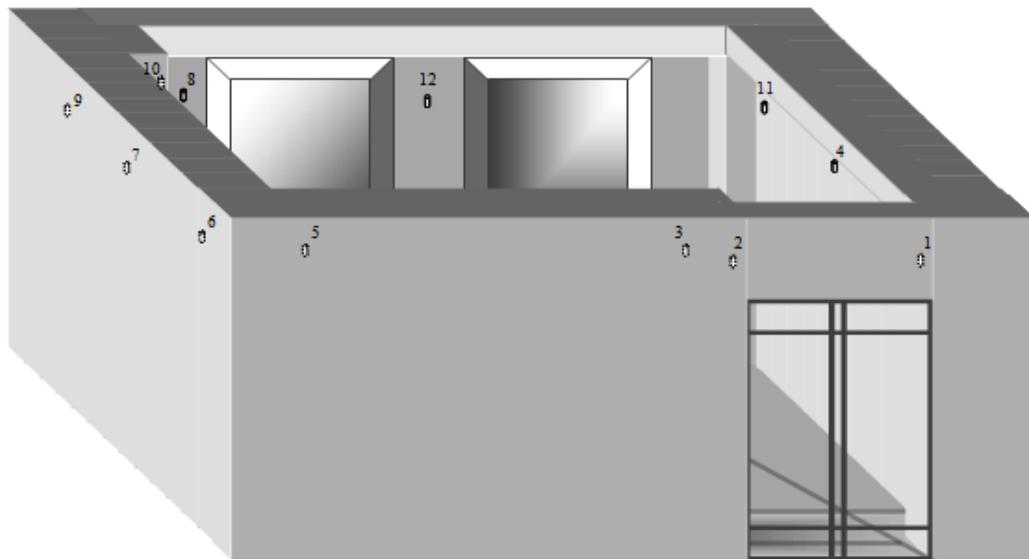


Рисунок 1 – Схема расположения датчиков температуры в помещении

В соответствии с данной схемой проводились измерения температуры с интервалом в 10 мин в разные дни. Полученные результаты приведены в таблице 1 [2].

Таблица 1 – Значения температуры в помещении по 12 каналам прибора ТМ-12

<i>K1</i>	<i>K2</i>	<i>K3</i>	<i>K4</i>	<i>K5</i>	<i>K6</i>	<i>K7</i>	<i>K8</i>	<i>K9</i>	<i>K10</i>	<i>K11</i>	<i>K12</i>
температура в помещении 22,2 °C; температура на улице: 3,0 °C											
21,24	21,61	21,93	21,27	23,63	23,19	23,21	18,69	23,65	23,69	20,84	19,83
температура в помещении 21,6 °C; температура на улице 3,0 °C											
21,59	21,78	22,05	21,59	23,33	22,84	22,87	19,15	23,30	23,37	20,89	19,30
температура в помещении 21,8 °C; температура на улице –2,0 °C											
21,52	21,68	21,85	21,48	23,13	22,64	22,67	18,96	23,10	23,17	20,47	18,17
температура в помещении 22,5 °C; температура на улице 4,0 °C											
22,01	22,30	22,53	21,98	23,73	23,24	23,27	19,51	23,70	23,77	21,27	19,80
температура в помещении 22,6 °C; температура на улице 3,0 °C											
22,11	22,36	22,63	22,06	23,73	23,22	23,26	19,61	23,74	23,88	21,32	19,85
температура в помещении 24,2 °C; температура на улице 2,0 °C											
23,87	24,17	24,68	24,07	24,46	23,97	24,05	22,40	24,46	24,54	23,99	23,54

При измерении температуры n раз в одинаковых условиях получены результаты $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ [3].

Наиболее вероятное значение этой величины есть \bar{x} , тогда среднее арифметическое значение измерений температуры по 12 каналам представим следующим образом:

$$\bar{x} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}{n}, \text{ °C.} \quad (1)$$

В этом случае погрешность измерений примет вид:

$$\Delta_1 = \bar{x} - t_1; \quad \Delta_2 = \bar{x} - t_2; \quad \dots; \quad \Delta_n = \bar{x} - t_n. \quad (2)$$

Найдём погрешность вида $\varepsilon_i = t(k)p - t(k)$, где среднее квадратическое отклонение результатов измерений температуры по k -каналам будет рассчитываться по формуле [4]:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \dots + \varepsilon_k^2}{k}}. \quad (3)$$

Аналогично рассчитываются k и ε_k .

Основываясь на методах математической обработки, запишем систему уравнений:

$$\begin{cases} t + \varepsilon = a(k + \varepsilon_k) + b \\ t - \varepsilon = a(k - \varepsilon_k) + b \end{cases}. \quad (4)$$

Решая эту систему уравнений, получаем параметры a и b , равные 20,66 и 0,20, соответственно.

Подставляя полученные значения в (4), получаем следующую сплайн-функцию вида $t(k) = 0,20k + 20,66$ [3].

Анализируя полученные результаты таблицы 1, представим распределение температурных полей в помещении в графическом виде (рис. 2).

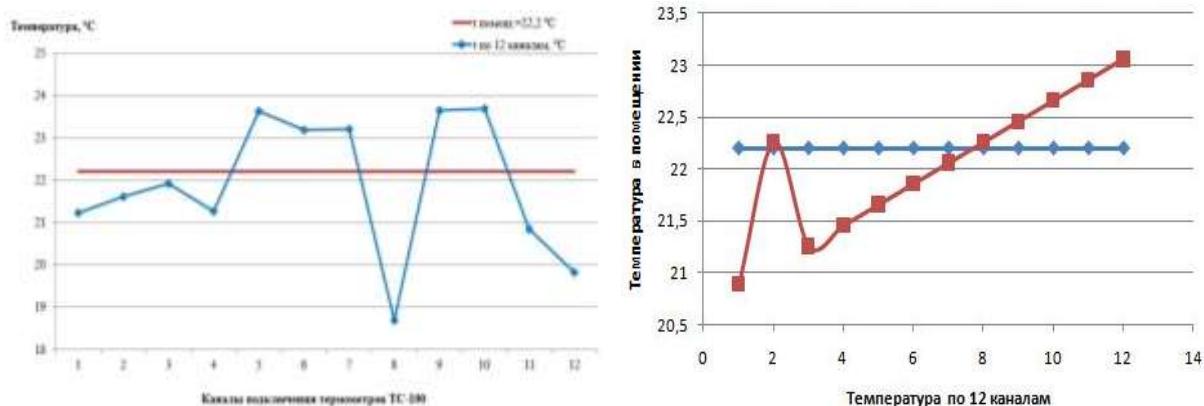


Рисунок 2 – График распределения температурных полей в помещении: а) по экспериментальным данным; б) по рассчитанным параметрам

Таким образом, для получения достоверной информации об измерениях температуры в помещении необходимо учитывать влияние внешних факторов на погрешность измерений.

Полученные результаты наглядно показывают, что необходимую для комфортных условий в помещении тепловую мощность практически невозможно достаточно точно рассчитать из-за сложности характера теплообмена на поверхности ограждающих его конструкций. Для этого необходимы данные не только по температурным полям на поверхностях стен, но и по эффективной теплопроводности материалов, из которых они изготовлены.

Список литературы

1. Черепанов В. Я. Методы и средства метрологического обеспечения измерений параметров теплообмена и теплоносителей [Рукопись]: дис.... д-ра техн. наук: 05.11.15, 05.11.01 / Черепанов Виктор Яковлевич. – Новосибирск, 2005. – 298 с.
2. Зонова А.Д. Разработка и исследование теплометрических методов и средств неразрушающих измерений параметров теплоносителя в системах теплоснабжения [Рукопись]: дис.... канд. техн. наук: 05.11.15 / Зонова Анна Дмитриевна. – Новосибирск, 2013. – 123 с.
3. Завьялов Ю.С Методы сплайн-функций [Текст] / Ю.С. Завьялов, Б.И. Квасов, В.Л. Мирошниченко. – М.: Наука, 1980. – 352 с.
4. Крылов А.Н. Лекции о приближённых вычислениях [Текст]. – М.: Наука, 1950.