

# ИЗУЧЕНИЕ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОМЕЩЕНИЯ В ПЕРЕХОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА

Никита ПАВАЛЮК, Татьяна КОЛОМИЕЦ, Константин ЦУЛЯНУ

Технический Университет Молдовы

**Abstract:** Nowadays tech and science made a large pass in heat engineering developing new methods of heating, but in most countries of former USSR are still used such called „transition periods”.

**Ключевые слова:** Переходный период, тепловлажностный режим, микроклимат, отопление .

При решении задач строительной теплофизики, отопления и вентиляции помещений, а также для управления тепловым режимом зданий, необходимо построение математической модели, описывающей зависимость внутренней температуры от внешних климатических условий, режима подачи теплоты и характеристик зданий.

В целях выявления состояния тепло-влажностного режима помещений, в зависимости от внешних климатических факторов для переходного периода года, до начало отопительного сезона, был проведен комплекс исследований на примере офисного помещения, расположенного на четвертом этаже девятого учебного корпуса Технического Университета Молдовы. Офисное помещение оборудовано автономными системами отопления (напольное и со стационарными радиаторами) и кондиционирования воздуха на базе теплового насоса «воздух-воздух». Для исследования полей температур в объеме помещения были установлены 39 датчиков температуры тип РТС на трех разных уровнях (0, 1,5 и 3,0 м от уровня пола) подключенных к коммутационной панели с электронными регистраторами тип TLV-10.

Помещение оборудовано тремя новыми окнами на базе ПВХ профиль с двойным остеклением, стены помещения керамзитобетонные с толщиной основного слоя  $\delta = 257$  мм, имеющие слой внутренней известково-песчаной штукатурки, толщиной  $\delta = 10$  мм без наружной теплоизоляции и штукатурки. Ориентация стен и окон исследуемого помещения на Запад.

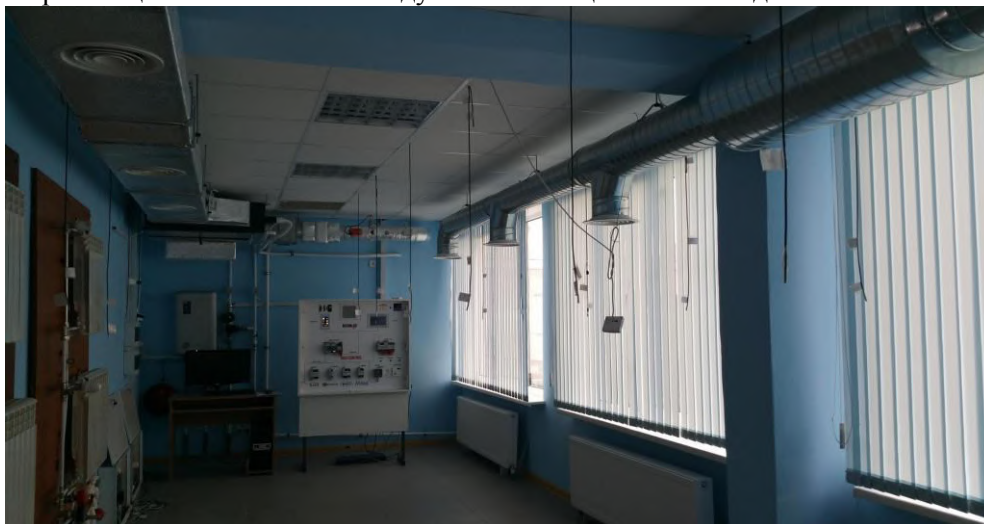


Рис. 1. Общий вид исследуемого офисного помещения с системами для обеспечения внутреннего микроклимата

Для определения распределения температур внутри помещения были проведены восемь серий опытов в послеобеденное время, при пасмурной погоде.

В процессе эксперимента одновременно измерялся и тепловой поток через все ограждающие конструкции помещения, используя для этого пирометр марки OMEGA OS-620, а также относительную влажность внутреннего воздуха при помощи электронного гигрометра марки Eliwell EWHS 300 IC912 (Таб. 1).

По результатам проведенных экспериментов, используя программу „Statistica” были построены плоскости распределения температуры воздуха в помещении для разных высот (1,5 и 3 метра от уровня пола).

Таблица 1

Дата	Время	Показания пирометра								Показания гигрометра, %		Средняя температура, °С
		Температура, °С				Тепловой поток, W/m <sup>2</sup>				фн	фв	
30.09.2015	16:00	тв.с.	тн.с.	тпол	тпот	qv.с.	qn.с.	qпол	qпот.	51	56	22,82
		25	22,5	25	25	016	-005	019	018			
Примечания												
окна, двери и жалюзи закрыты, погода пасмурная												
Датчик	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Температура	23,10	22,70	22,50	23,20	23,30	23,30	22,70	22,70	23,10	23,00		
Датчик	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Температура	22,50	22,70	22,90	23,00	23,00	22,40	22,30	22,40	22,70	23,20		
Датчик	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Температура	22,80	23,00	22,90	23,30	23,20	23,20	23,00	23,60	23,50	22,30		
Датчик	31	32	33	34	35	36	37	38	39	0		
Температура	23,50	22,90	23,30	22,90	23,40	21,50	22,10	21,50	21,40	16,20		

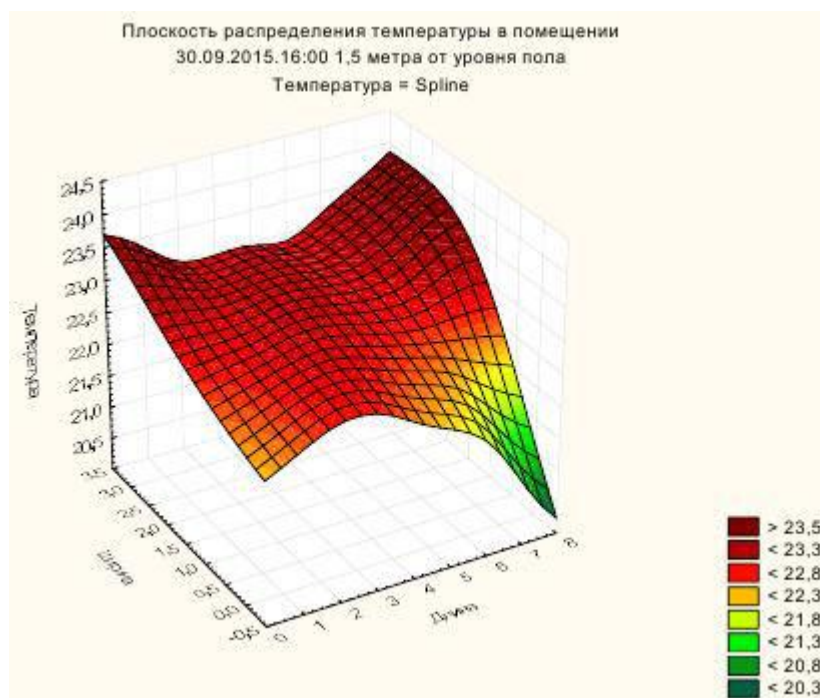


Рис. 2. Распределение температуры в помещении на уровне 1,5 метра от уровня пола

Для выявления степени влияния на внутренний тепловой режим помещения трех независимых факторов, которые варьировались на двух уровнях  $X_1$  – состояние внутренних дверей (+ закрыты; - открыты),  $X_2$  – состояние жалюзи на окнах (+ закрыты; - открыты),  $X_3$  – состояние окон помещения (+ означает; - закрыты) проводился полный факторный эксперимент ПФЭ  $2^3$ .

Матрицы планирования эксперимента с факторами в безразмерной системе координат приведены в таб. 2 и 3.

Таблица 2

Матрица планирования ПФЭ 2 <sup>к</sup>					
№ опыта	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	y
1	+	+	+	+	y <sub>1</sub>
2	+	+	+	-	y <sub>2</sub>
3	+	+	-	+	y <sub>3</sub>
4	+	+	-	-	y <sub>4</sub>
5	+	-	+	+	y <sub>5</sub>
6	+	-	+	-	y <sub>6</sub>
7	+	-	-	+	y <sub>7</sub>
8	+	-	-	-	y <sub>8</sub>
X <sub>1</sub> – двери (+ закрыты, - открыты)					
X <sub>2</sub> – жалюзи (+ закрыты, - открыты)					
X <sub>3</sub> – окна (+ закрыты, - открыты)					

Таблица 3

№ опыта	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>3</sub>	X <sub>2</sub> X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> X <sub>3</sub>	y
1	+	+	+	+	+	+	+	+	22,82
2	+	+	+	-	+	-	-	-	22,03
3	+	+	-	+	-	+	-	-	22,73
4	+	+	-	-	-	-	+	+	21,44
5	+	-	+	+	-	-	+	-	22,58
6	+	-	+	-	-	+	-	+	22,43
7	+	-	-	+	+	-	-	+	22,68
8	+	-	-	-	+	+	+	-	22,1

По методике, приведенной в [1], были рассчитаны коэффициенты регрессии:  $B_0=22,35$ ,  $B_1=-0,096$ ,  $B_2=0,114$ ,  $B_3=0,351$ ,  $B_{12}=0,056$ ,  $B_{13}=0,169$ ,  $B_{23}=-0,116$ ,  $B_{123}=-0,009$ .

Полученное уравнение регрессии в окончательной форме имеет вид:

$$Y = 22,35 - 0,096x_1 + 0,114x_2 + 0,351x_3 + 0,056x_1x_2 + 0,169x_1x_3 - 0,116x_2x_3 - 0,009x_1x_2x_3 \quad (1)$$

Для числа степеней свободы  $f = m - 1 = 3 - 1 = 2$  по таблицам из [1] были определены значения критерия Стьюдента для условия значимости  $p = 0,05$ ,  $t_T = 4,3$ . В результате сравнения полученных значений коэффициентов регрессии с табличным значением критерия Стьюдента установлено, что коэффициенты  $B_1$ ,  $B_2$  и  $B_3$  незначимы и следовательно их надо исключить из уравнение регрессии.

По результатам проведенных экспериментов можно сделать следующий вывод:

- Существенное влияние на распределение температуры в объеме исследуемого помещения, оказывают тепловые мосты образованные характерными конструктивными элементами присущими помещению, (наличие ж/б колоны и балки), температура наружного воздуха и погодные условия;
- По результатам проведенного теоретического эксперимента ПФЭ 2<sup>к</sup> установлено что состояние, в котором находятся двери, окна или жалюзи существенного влияния на поле температур не оказывает.

Отдельный цикл исследований по тепло-влажностному режиму был проведен и в период после отопительного периода для жилой квартиры расположенной, на девятом этаже 9-ти этажного жилого дома серии I-464 МС, окна и стены которой ориентированы на северо-восток и юго-запад. Эксперименты проводились в течение целого месяца, начиная с первого дня после окончания отопительного периода. Измерения температуры и отопительной влажности проводились, используя комплекс приборов - обыкновенный жидкостной термометр, электронный термометр с гигрометром и баротермогигрометр марки БМ-1. В результате проведенных натурных экспериментов установлено,

что на тепловой режим помещений оказывает существенное влияние ориентация здания по сторонам света. Выявлено что в помещениях расположенных на северо-востоке температура воздуха выше в утренние часы, а в помещениях ориентированных на юго-запад в послеобеденные. Расчетным путем, используя общую методологию определения теплопотерь, были рассчитаны теплопотери исследуемых помещений для всего периода наблюдений, в результате которых установлено что для помещений ориентированных на северо-восток теплопотери составляют 6028 Вт, а для ориентированных на юго-запад 21916 Вт. Результаты исследований приведены в таб. 4.

Таблица 4

Измерение бытовым термометром и гигрометром								
Дата	Время	Внутренняя температура $t$ (с-в), °С	Наружная температура $t$ (с-в), °С	Внутренняя относительная влажность $\phi$ (с-в), %	Внутренняя температура $t$ (ю-з), °С	Наружная температура $t$ (ю-з), °С	Внутренняя относительная влажность $\phi$ (ю-з), %	Погодные условия
10.04.2015	17:00	+21,0	+17,5	70%	+22,0	+24,4	72%	облачно
11.04.2015	8:00	+21,0	+34,0	70%	+21,5	+10,1	70%	ясно
	17:00	+21,5	+22,0	76%	+21,5	+31,4	74%	ясно
12.04.2015	8:00	+22,0	+34,0	73%	+22,0	+13,5	78%	ясно
	17:00	+22,0	+24,0	73%	+23,0	+30,9	73%	ясно

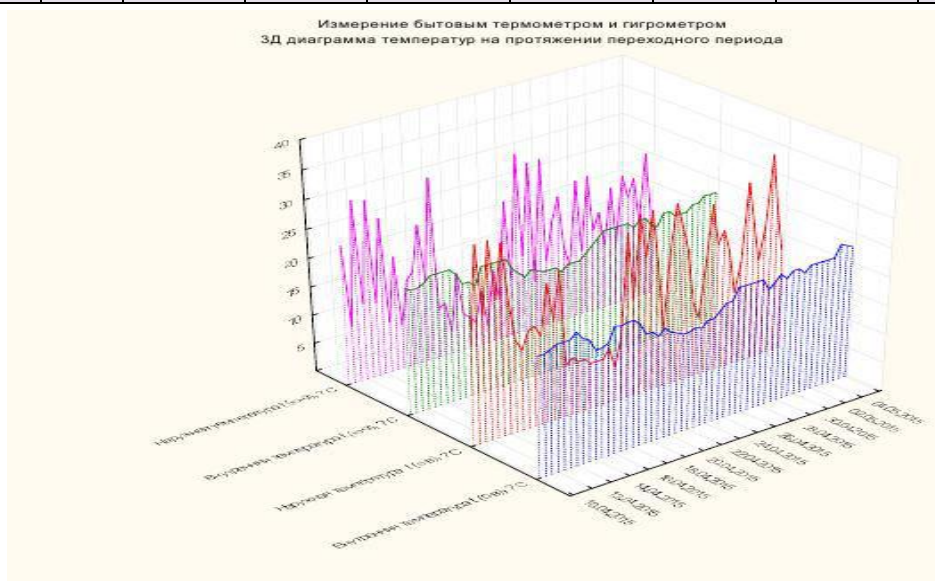


Рис. 3. Сценарии температур внутреннего и наружного воздуха, измеренных бытовым термометром и баротермогигрометром.

**Библиография:**

1. А.Н.Гайданин, С.А.Ефремова *Применение полного факторного эксперимента при проведении исследований*, Волгоград, 2008
2. Е.Г. Малявина *Теплопотери здания Справочное пособие*, Москва, Авок-Пресс, 2007 г.