

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В МАЛОЭТАЖНОМ ЗДАНИИ

Савицкий Н.В., Карим Лимам, Адегов А.В., Кудрявцев А.П.

Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия
строительства и архитектуры»
г. Днепропетровск, Украина

АНОТАЦІЯ: У статті наведено результати моделювання основних параметрів мікроклімату в малоповерховій будівлі при використанні поверхневих стельових систем опалювання і децентралізованої вентиляції.

АНОТАЦИЯ: В статье приведены результаты моделирования основных параметров микроклимата в малоэтажном здании при использовании поверхностных потолочных систем отопления и децентрализованной вентиляции.

ABSTRACT: The results of design of basic parameters of microclimate are driven in one-story and two-storeyed building at the use of the ceiling systems of heating and decentralized ventilation are presented in the article.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: параметры микроклимата, поверхностные системы обогрева, децентрализованная вентиляция, вычислительная модель.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

При строительстве одно- и двухэтажных домов особую роль играет энергетическая эффективность этих зданий. Улучшение теплозащиты зданий приводит к улучшению теплового комфорта помещений в холодное время года. При этом снижается нагрузка на отопление и, следовательно, можно применять инженерное оборудование с более низкими температурами теплоносителя. Что в свою очередь улучшает тепловой комфорт и качество воздуха в помещениях.

При выборе инженерных систем, обеспечивающих микроклимат помещений важно знать правильность расстановки и режимы работы такого оборудования. Такую задачу можно решить путем компьютерного моделирования работы оборудования в исследуемых помещениях.

Цель исследования - по заранее построенной геометрической модели помещений дома с расставленным оборудованием отопления, приточной вентиляции и источниками теплоступлений разработать расчётную модель основных параметров микроклимата каждого из помещений в отопительный период. Моделирование осуществлялось средствами одной из программ CAD/CAE. Основу модели составляет система уравнений Навье-Стокса.

С помощью построенной вычислительной модели оценить температуры воздуха в помещениях и окружающих поверхностях, скорость перемещения воздуха и определить параметры комфортности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для моделирования параметров микроклимата в помещении выбран кабинет энергоэффективного каркасного дома выполненного из природных материалов (дерево, саман, камыш). Общие тепловые потери дома составляют 11кВт ($S_{\text{общ}}=150\text{м}^2$), тепловые потери кабинета 0,78кВт. На рис.1 показан кабинет с теплопоступлениями.

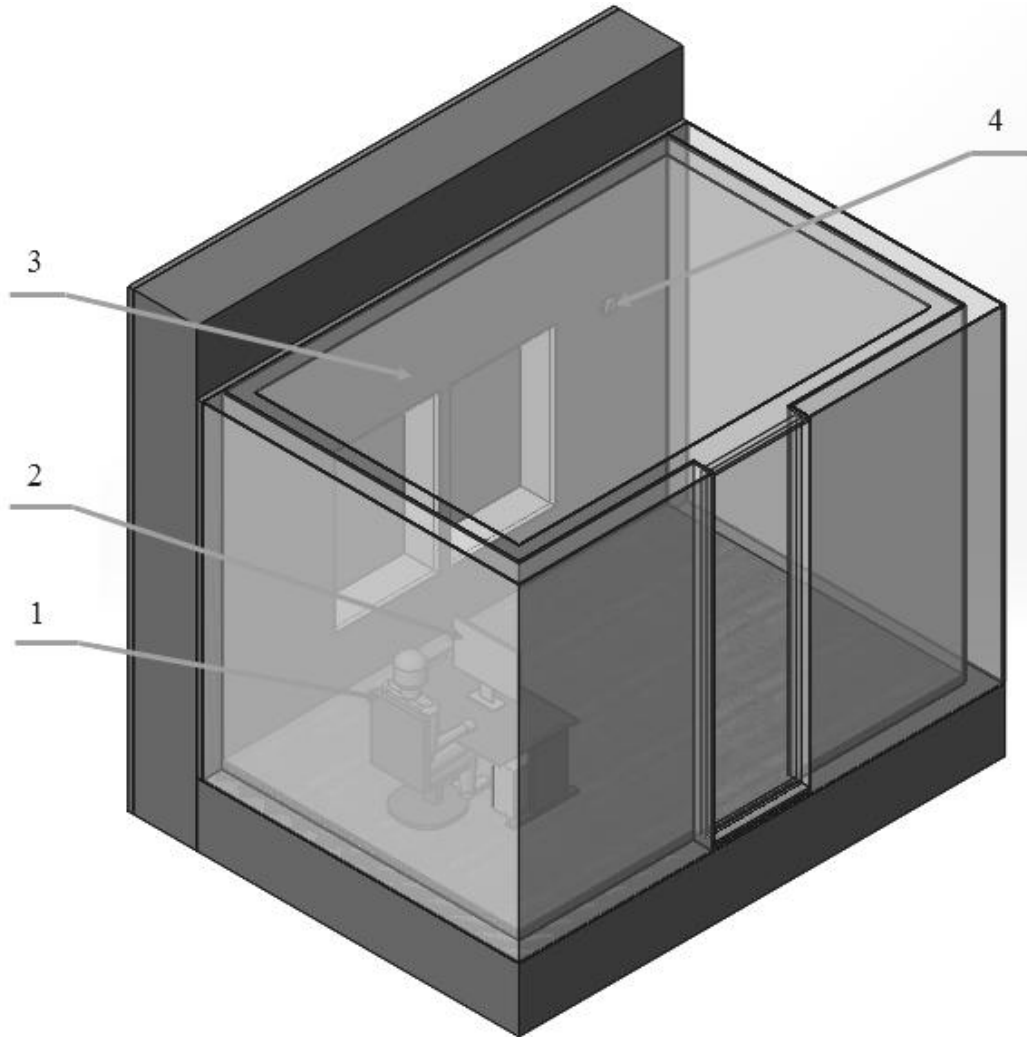


Рис. 1. Расстановка объектов теплопоступлений в кабинете:
1 – человек, 2 –монитор, 3 – поверхностная система отопления,
4–децентрализованная вентиляция

Для моделирования приняты следующие начальные условия:
- температурное взаимодействие со смежными помещениями посредством внутренних стенок, заменены на виртуальные условия на внутренних стенках и двери;
- внешняя среда выполнена в виде температурных условий приложенных к наружным стенам и окнам;

- учитываются теплопоступления от человека, монитора и приточного воздуха. Человек $Q_{ч} = 100$ Вт, монитор $t_m = 40$ °С;
- коэффициент теплоотдачи наружной стены помещения $\alpha_n = 26,6$ Вт/м²·К;
- коэффициент теплоотдачи внутренних стен помещения $\alpha_{вн} = 5$ Вт/м²·К;
- имитируется работа поверхностной водяной потолочной системы отопления (ПСО), поверхность излучения гипсокартон. Температура ПСО $t_{ПСО} = 35$ °С ÷ 22 °С;
- имитируется работа децентрализованной приточно-вытяжной вентиляции обустроенной в стене около окна. Подача 10 м³/ч. Температура подачи приточного воздуха $t_{под} = 18$ °С. Подача воздуха производится непрерывно на протяжении всего эксперимента.

Таблица 1

Общие параметры

№ п. п.	Параметр	Символ	Значение	Единица измерения
Климатические условия				
1	Расчетная температура наружного воздуха в зимний период (параметр Б) обеспеченностью 0,92	t_n	-24	°С
2	Расчетная температура для вентиляции	$t_{вент}$	-24	°С
3	Скорость ветра	v_B	5,6	м/с
Геометрические параметры				
4	Высота	h	3,05	м
5	Площадь	S	11,8	м ²
6	Объём	V	35	м ³
Теплофизические параметры				
7	Расчетная температура	$t_{вн}$	20	°С
8	Влажность воздуха	ϕ	50	%
9	Подвижность воздуха	v	0,1 ÷ 0,2	м/с
10	Теплопотери через ограждения	Q_n	350	Вт
Воздухообмен				
11	Объём приточного воздуха	$V_{пр}$	10	м ³ /ч
12	Температура приточного воздуха	$t_{пр}$	18	°С
13	Влажность приточного воздуха	$\phi_{пр}$	50	%

Расчет модели начинался с дежурной температуры $t_{деж} = 12$ °С. В начале расчета $t_{ПСО} = 35$ °С и в помещении находились источники теплопоступления. Температура ПСО уменьшалась с увеличением температуры внутреннего воздуха. Моделирование проводилось до нагрева температуры воздуха $t_{вн} = 35$ °С. Рассчитывались критерий теплового комфорта (PMV), ожидаемый процент не удовлетворенных степенью комфорта (PPD). Кроме этого рассчитывалась вероятность появления ощущения сквозняка при работе децентрализованной вентиляции.

Таблица 2

Шкала оценок теплового комфорта

Холодно	Прохладно	Слегка прохладно	Нормально	Слегка тепло	Тепло	Жарко
-3	-2	-1	0	+1	+2	+3

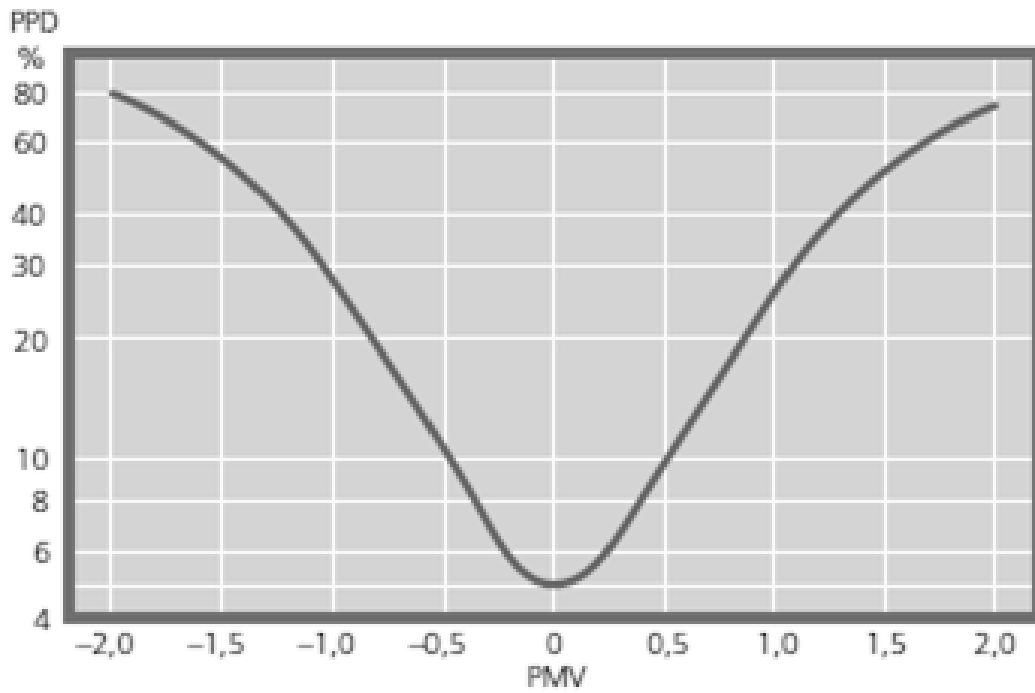


Рис. 2. Зависимость процента не удовлетворенных степенью комфорта от степени комфорта

Результаты моделирования представлены в виде цветных тоновых переходов.

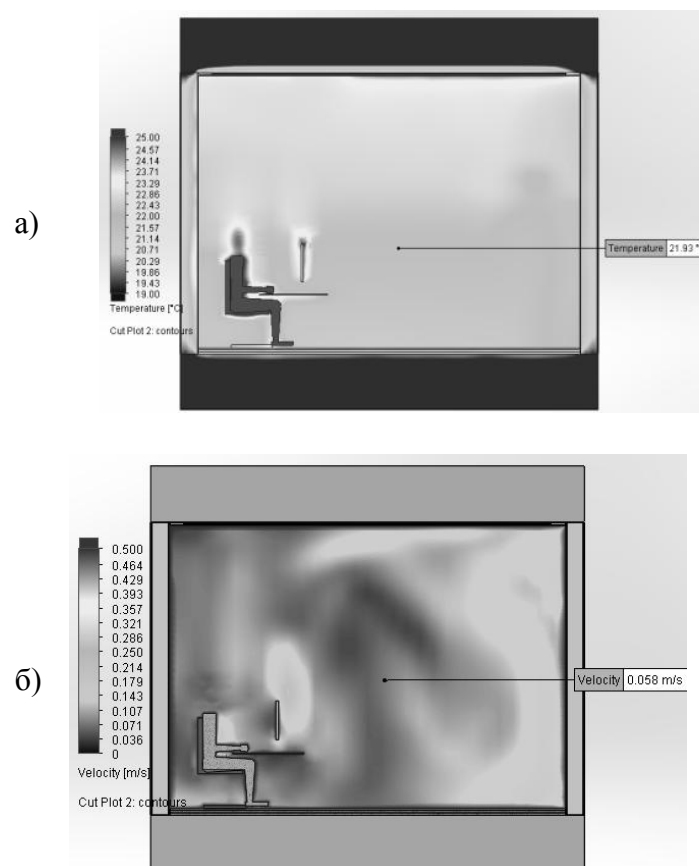


Рис. 3 Распределение температуры а) и скорости воздуха б) в кабинете

Температура на высоте 1,5м $t_{вн} = 21,93\text{ }^{\circ}\text{C}$, скорость $v=0,058\text{ м/с}$.
 Шкала температур от $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Шкала скоростей от 0 м/с до $0,5\text{ м/с}$.
 Чтение шкал снизу вверх.

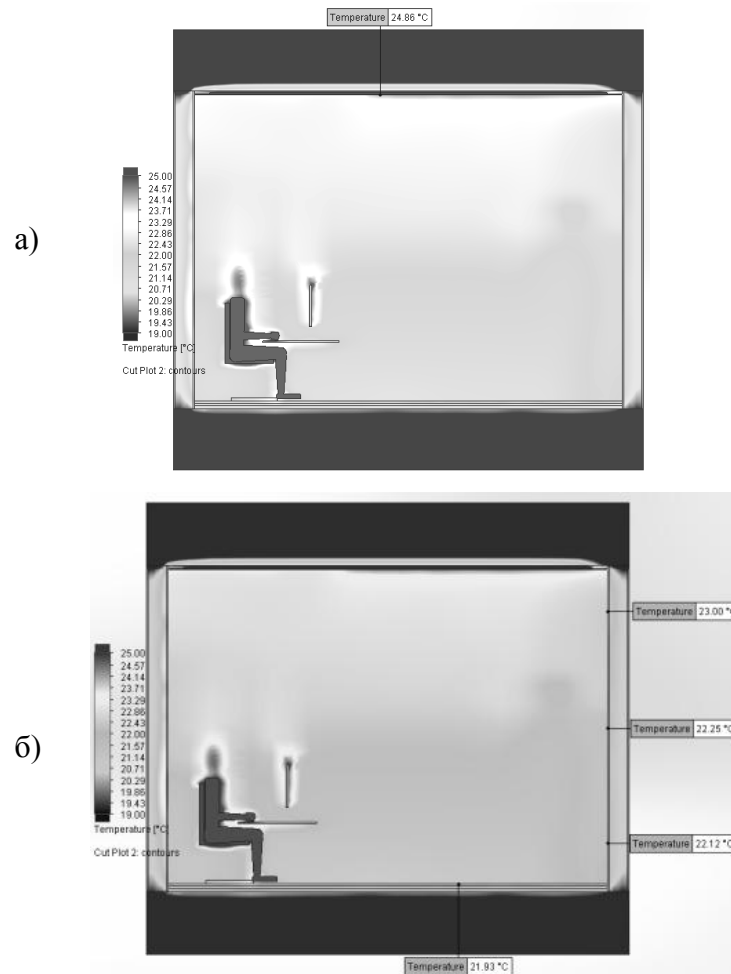


Рис. 4. Температура ПСО а) $t_{\text{ПСО}} = 24,86\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температуры на поверхности внутренней стены по высоте и температура пола б). $t_{\text{стн1}} = 22,12\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{стн2}} = 22,25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{стн3}} = 23,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{пол}} = 21,93\text{ }^{\circ}\text{C}$

Шкала температур от $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Чтение шкал снизу вверх.

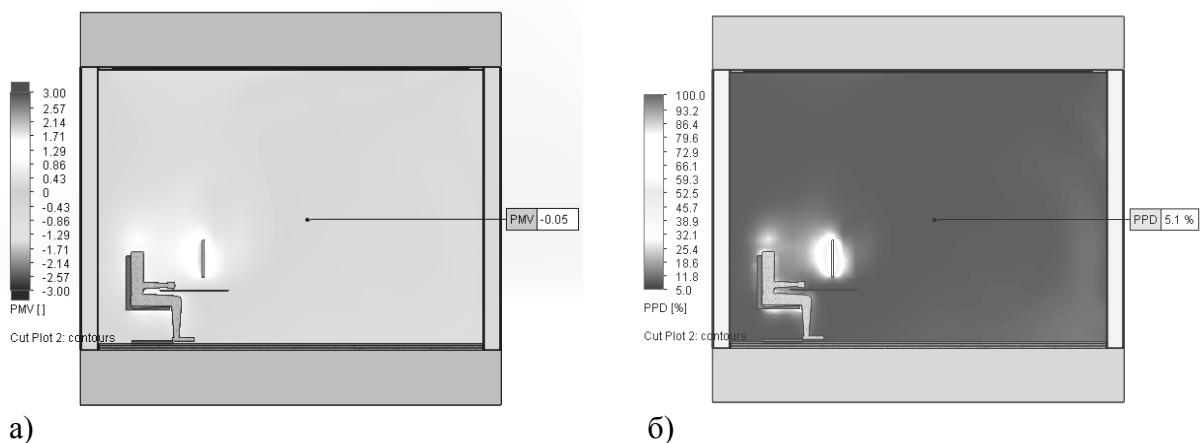


Рис. 5. Критерий теплового комфорта а) $\text{PMV} = 0,05$. Процент не удовлетворенных степенью теплового комфорта б) $\text{PPD} = 5,1\%$

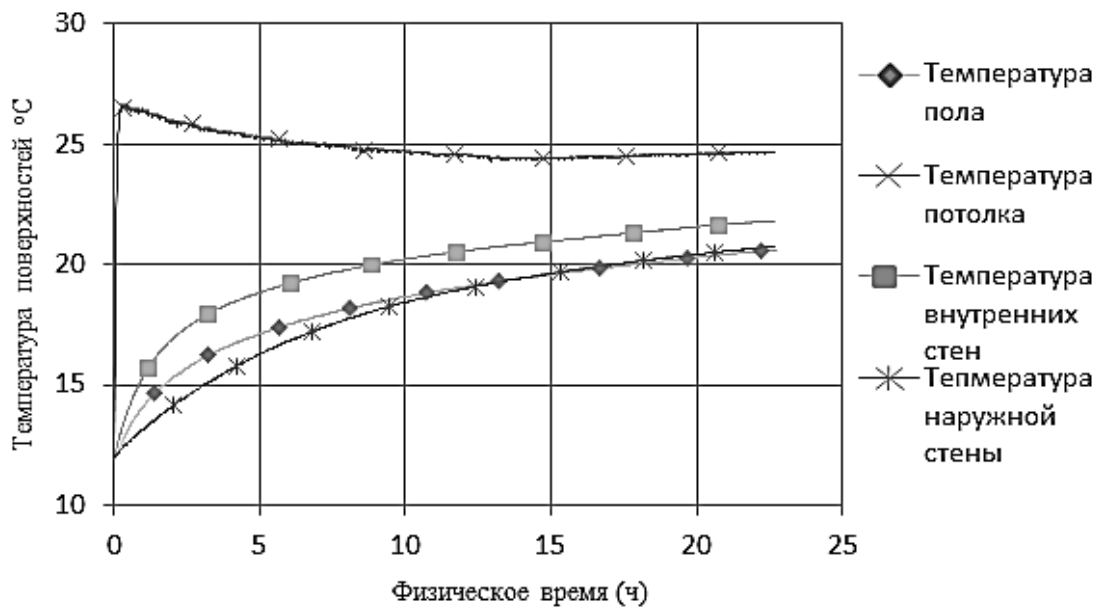


Рис. 6. График нагрева поверхностей в кабинете

В процессе моделирования были построены графики изменения температур поверхностей и воздуха внутри кабинета.

Из графика на рис.6 видно, что температуры стен и пола стремятся к постоянной температуре не превышающей 21...22 °С.

Из графика на рис.7 видно, что расчётная температура воздуха была достигнута через 8,3 часа, после чего температуру потолка можно уменьшить.

График прогрева воздушной среды в кабинете

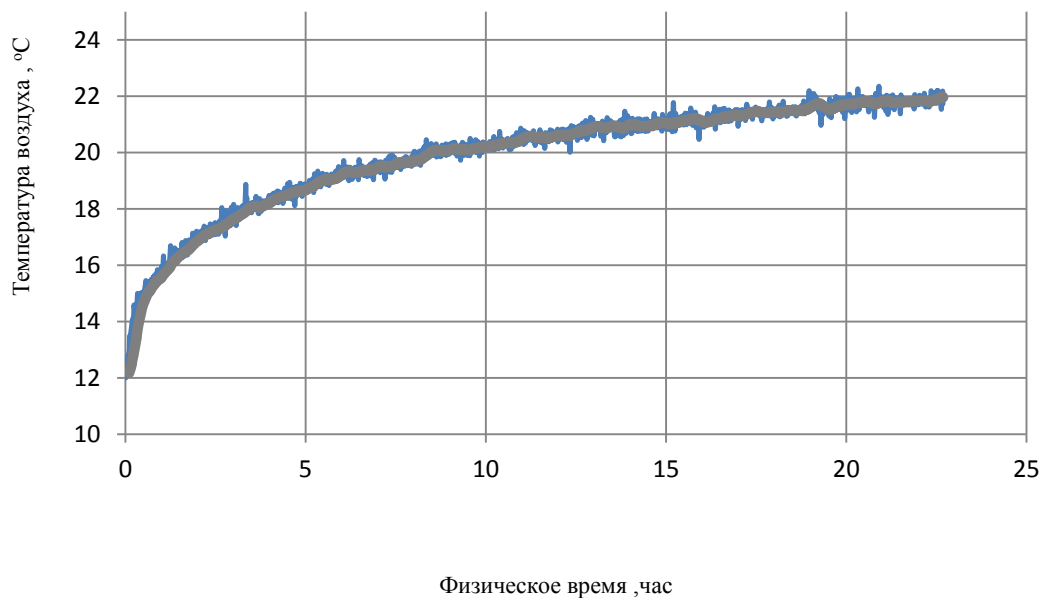


Рис. 7. График зависимости изменения температуры воздуха в кабинете от времени работы ПСО, вентиляции и теплопоступлений

ВЫВОДЫ

1. Моделирование параметров микроклимата в проектируемых помещениях дома позволяет проработать множество вариантов применения и расстановки оборудования, обеспечивающего микроклимат.

2. В процессе моделирования параметров микроклимата определяются время выхода на требуемые температурные режимы в помещении, а также условия комфортности.

3. При многократном повторении процесса моделирования разрабатываются режимы управления работой оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кувшинов Ю.Я. Теоретические основы микроклимата помещения / Кувшинов Ю.Я. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. – 184 с.
2. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи / Алямовский А.А. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 448 с.

Статья поступила в редакцию 12.03.2013 г.