

*И.С. Просвирина**Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент Ю.В. Цымбалюк
Астраханский государственный архитектурно-строительный университет*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ УЧЕБНОГО ПОМЕЩЕНИЯ

В связи с реформированием системы образования и интенсификации учебного процесса на первый план выдвигается проблема создания такого микроклимата учебных помещений, работа учащихся в которых была бы направлена на высокую творческую способность. В случае отклонения параметров воздуха от нормы состояние человека может ухудшиться. Это может привести к нарушению теплового баланса, а так же негативно отразиться на состоянии здоровья и производительности труда. Для того чтобы избежать данных последствий, необходимо провести исследование микроклимата, который поможет выявить причины дискомфорта в помещении.

Проведены исследования микроклимата в студенческой аудитории путем замера температур поверхностей окон, радиаторов, двери, стальной установки, наружной и внутренней стен. По результатам экспериментов были построены зависимости температур точек замеров от времени и выявлены причины их изменения.

Данные экспериментов позволяют сделать выводы, что ухудшение основных параметров микроклимата, таких как: температура воздуха и радиационная температура поверхностей – серьезно сказывается на качестве усвоения материала, преподаваемого преподавателем. При этом поля указанных параметров нестационарны в процессе проведения занятий, т.е. меняются как во времени так и в пространстве, что приводит к определенным трудностям в их измерении и анализе.

Микроклимат, нормы комфортности, радиационная температура поверхности, учебное помещение, студенты, измерение температуры.

Due to the reform of the education system and the intensification of the educational process the problem of the creation in classrooms a climate providing pupils' activities aimed at a high creative ability development is highlighted. In case of deviation of parameters of the air from the norm, the human condition may deteriorate. This can lead to the violation of thermal balance, and also have a negative impact on health and productivity. In order to avoid these consequences it is necessary to conduct a study of a microclimate, which will help to identify the cause of discomfort in the room.

The investigation of the microclimate in the classroom by measuring surface temperatures of windows, radiators, doors, steel installation, exterior and interior walls was conducted. According to the results of the experiments correlation of the temperatures of measuring points from time to time and the causes of their changes was built.

These experiments allow to conclude that the deterioration of the main parameters of microclimate such as air temperature and radiant temperature of surfaces seriously affects the quality of learning. The fields of these parameters are not in the stationary during the training, i.e. are changing both in time and in space, which leads to certain difficulties in their measurement and analysis.

Microclimate, comfort standards, radiation, surface temperature, classroom, students, measurement of temperature.

Введение

Большую часть своего времени люди проводят внутри помещений, и вопрос комфортного во всех отношениях пребывания внутри помещений выходит на одно из первых мест. Качество окружающей среды внутренних помещений напрямую зависит от ее организации и содержания. Поэтому задача поддержания комфортного микроклимата является одной из важнейших для поддержания здоровья, бодрости духа и активности людей.

Существует несколько параметров, которые можно регулировать для достижения комфортности в помещении, а именно: температура воздуха, влажность, чистота воздуха, скорость перемещения воздуха по помещению, содержание кислорода в воздухе, ионизация воздуха, уровень шума [1].

В случае отклонения данных параметров от нормы состояние человека может ухудшиться. Это может привести к нарушению теплового баланса, а так же негативно отразиться на состоянии здоровья и производительности труда.

Применительно к образовательным учреждениям подобные исследования проводились ранее в школах штата Калифорнии [2] и Москвы [3], где было выявлено реальное состояние микроклимата учебных классов и даны рекомендации по исправлению не-

достатков с помощью усовершенствования систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

Основная часть

Прежде, чем судить о микроклимате помещения и принимать какие-то решения по его корректировке, нужно определенным образом и по определенным параметрам определить его реальное состояние, т.е. провести исследование микроклимата.

Ранее автором уже были проведены исследования температурных полей по высоте помещения [4], [5], [6]. Теперь предлагается исследование микроклимата по «горизонтали» помещения в разных точках на одном уровне от пола.

В качестве объекта исследования взята студенческая аудитория №14 в колледже Жилищно-коммунального хозяйства Астраханского инженерно-строительного института, объемом 126 м³, имеющая две наружные стены, три оконных проема и дверь. Аудитория не имеет систем вентиляции и кондиционирования, проветривание в ней естественное. В зимнее время не занятое студентами помещение отапливается с помощью радиаторов, создавая средневзвешенную температуру воздуха 20 °С и влажность 45 %. Данные параметры были определены с помощью метеостанции IQ 737.

Во время занятий с потоком студентов в среднем 20 человек воздух за 3 часа занятий прогревается в среднем на 2 °С.

В течение двух месяцев проводились замеры температуры в определенных точках, а именно: на стекле окон, радиаторах, стальной вентиляционной установке, двери, а также на наружной и внутренней стенах. Были проведены замеры температуры в 9.00 и 11.00 в пять разных дней.

В качестве оборудования для тестирования температуры как конвективной, так и радиационной, выбран бесконтактный инфракрасный термометр DT-8861 с разрешением показаний 0,1 °С и погрешностью 1 %.

Пирометр – измерительный прибор, предназначенный для определения поверхностной температуры различных объектов бесконтактным способом.

Схема измерения локального изменения температуры воздуха в аудитории представлена на рис. 1.

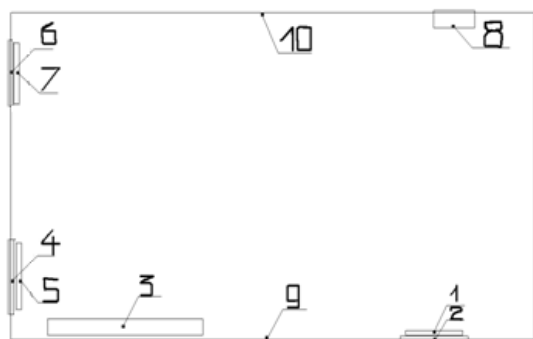


Рис. 1 Расположение точек замера в помещении:
1, 4, 6 – окно; 2, 5, 7 – радиатор; 3 – стальная установка;
8 – дверь; 9 – наружная стена; 10 – внутренняя стена

Результаты замеров температур наружного воздуха t_n и температур поверхностей в точках замера сведены в таблицу.

Нормы микроклимата предполагают [3]:

- наличие кислорода внутри помещения не менее 21 %. Это осуществляется путем проветривания помещения или посредством установки системы климат-контроля;

- температура воздуха должна находиться в пределах 18–25 °С;

- скорость воздуха должна составлять примерно 0,1–0,15 м/с. Застоявшийся воздух приводит к возникновению неприятного запаха в помещении и развитию микроорганизмов, которые проникают в организм человека и приводят к развитию заболеваний. Слишком сильная скорость воздуха (сквозняки) провоцирует развитие простудных заболеваний. Поэтому важно найти оптимальный вариант подвижности воздуха внутри помещения;

- уровень влажности воздуха в помещении с хорошим микроклиматом должен находиться в пределах 40–60 %. Большая влажность приводит к тому, что люди с ослабленной иммунной системой станут болеть различными легочными заболеваниями. Слишком низкий уровень влажности также негативно отражается на человеческом организме в целом – ему не хватает влаги, кожа становится сухой, носовые пазухи пересыхают.

По результатам экспериментов были построены зависимости температур точек замеров от времени. На рис. 2–4 приведены наиболее интересные из них.

При анализе графиков видно, что температура поверхности окна с течением времени увеличилась примерно на 4–5 °С (рис. 2), при этом температура поверхности радиатора практически не изменялась (рис. 3). В тоже время температуры наружной и внутренней стен, имеющие в начале эксперимента разницу в 2–3 °С, через три часа практически выровнялись (рис. 4).

Таблица

Замеры температур поверхностей

Дата	Время	t_n , °С	Температура в точках									
			т.1	т.2	т.3	т.4	т.5	т.6	т.7	т.8	т.9	т.10
25.02.15	9:00	-1,00	14,20	35,10	22,00	12,90	36,20	12,50	30,60	19,50	14,70	18,10
	11:00	2,00	14,60	38,70	22,00	13,90	36,60	13,60	29,80	20,50	15,40	19,30
04.03.15	9:00	-3,00	13,50	37,10	27,80	13,40	34,70	10,70	32,80	19,60	15,60	18,90
	11:00	1,00	16,40	36,20	25,70	15,70	34,00	14,60	32,00	21,90	18,70	21,40
11.03.15	9:00	4,00	14,80	39,20	24,50	15,90	37,40	12,90	32,40	20,50	17,10	19,80
	11:00	7,00	19,60	40,40	26,50	19,60	39,00	17,10	34,30	23,50	21,20	22,20
18.03.15	9:00	2,00	13,30	29,70	23,50	12,00	28,50	11,40	24,60	20,70	17,10	19,40
	11:00	7,00	16,80	31,20	24,80	15,60	30,00	15,60	26,20	22,10	19,80	21,40
25.03.15	9:00	5,00	15,00	36,30	21,90	14,20	34,80	13,80	29,90	21,70	18,10	19,90
	11:00	8,00	17,10	24,50	23,90	15,80	25,10	16,30	23,10	22,20	19,40	21,20

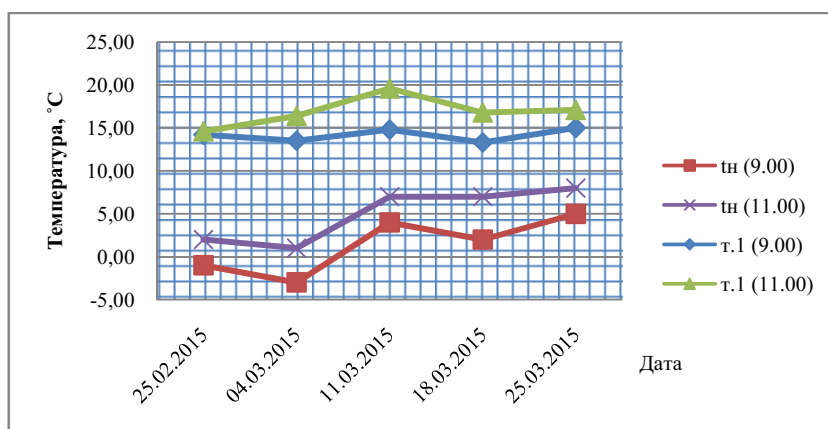


Рис. 2. Зависимость температуры поверхности окна от времени

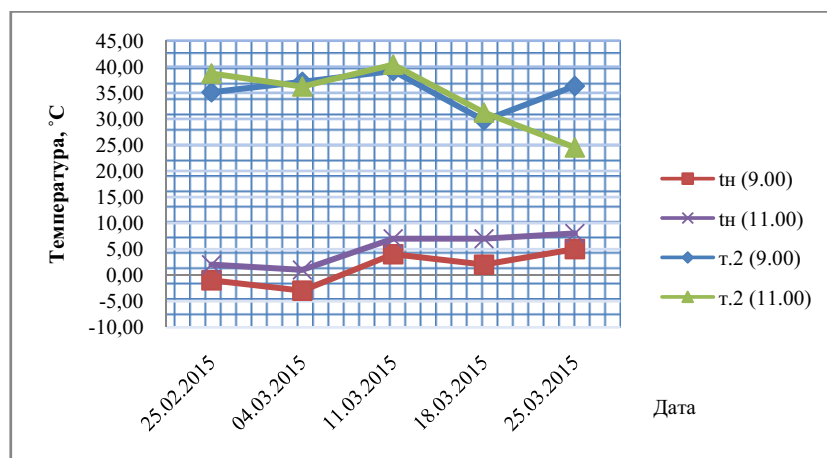


Рис. 3. Зависимость температуры поверхности радиатора от времени

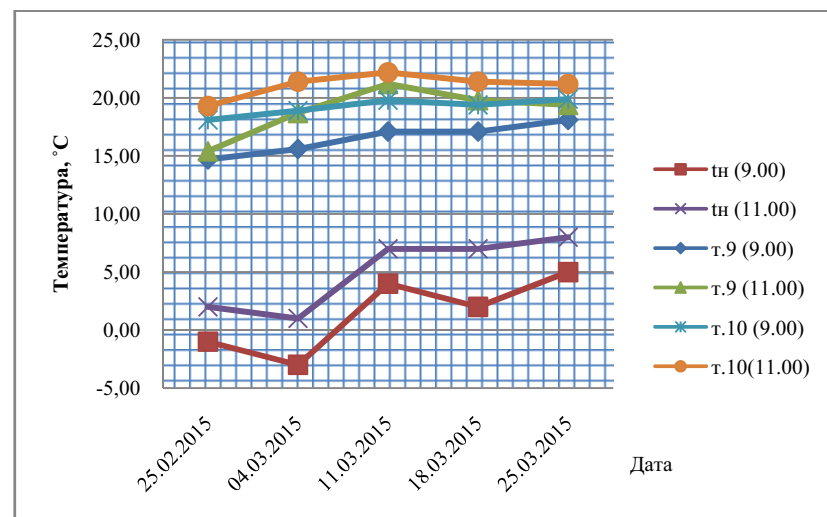


Рис. 4. Зависимость температур поверхности наружной (т. 9) и внутренней (т. 10) стены от времени

Это происходит за счет тепловыделений от студентов. Как известно, оптимальная температура тела здорового человека без нагрузки – 36,6 °C [1], которая поддерживается метаболизмом человеческого организма. Студент на занятиях, благодаря обменным процессам, выделяет примерно 100–120 Вт тепловой энергии, которая снимается с тела человека потоотделением, конвекцией и излучением, поскольку

все предметы и стены комнаты имеют температуру ниже 36 °C.

При этом температура воздуха в помещении в течение трех занятий оставалась ниже нормы, что отмечалось жалобами студентов. Это объяснялось тем, что температура радиаторов составляла в среднем лишь 35 °C при отрицательной температуре наруж-

ного воздуха. Разность между температурами наружной и внутренней стен составляла 4 °С.

Выводы

Полученные результаты показывают, что в студенческой аудитории, в которой проводились занятия, ухудшение основных параметров микроклимата seriously сказывается, по словам студентов, на качестве усвоения материала, предлагаемого преподавателем. Поля указанных параметров нестационарны в процессе проведения занятий, т.е. меняются во времени и в пространстве, что приводит к определенным трудностям в их измерении и анализе.

При невозможности установления в рабочих помещениях допустимых показателей микроклимата условия признаются вредными и опасными для человека. В такой ситуации предлагается ряд защитных мероприятий. К их числу относят: перестановка рабочих мест, исключающая негативное влияние факторов дискомфорта (окна), реконструкция системы отопления (повышение температуры воды в системе отопления), монтаж системы вентиляции.

Литература

1. Тимофеева Е.И. Экологический мониторинг параметров микроклимата. М., 2005. 194 с.
2. Ливчак А.В. Вытесняющая вентиляция в школах. М., 2004. №8. С. 46–57.
3. Сеницын В.И., Сомова М.И. О недостатках систем воздушного отопления и вентиляции в школах Москвы. М., 2009. №8. С. 36–43.
4. Маркин В.К., Просвирина И.С. Постановка задачи по определению основных параметров условий комфортности в студенческой аудитории // Энергосберегающие технологии: Наука. Образование. Бизнес. Производство: Материалы V Международной научно-практической конференции. 2011. № 1. С. 96–100.

5. Маркин В.К., Просвирина И.С. Анализ температурных полей воздуха в помещении для учебных занятий // Научный потенциал на службу модернизации. Вып. 2. Астрахань. 2012. С. 71–74.

6. Маркин В.К., Просвирина И.С. Влияние изменения микроклимата в студенческой аудитории в процессе занятий на физиологические показатели человека // Промышленное и гражданское строительство. 2012. №8. С. 48–49.

References

1. Timofeeva E.I. *Ekologicheskii monitoring parametrov mikroklimata* [Environmental monitoring of microclimate parameters]. Moscow, 2005.
2. Livchak A. V. *Vytesniajushhaia ventiliaciia v shkolah* [Displacement ventilation in schools]. Moscow, 2004, №8, pp. 46–57.
3. Sinitsyn V.I., Somova M.I. *O nedostatkah sistem vozdušnogo otopleniia i ventiliacii v shkolah Moskvy* [On the shortcomings of air heating and ventilation systems in Moscow schools]. Moscow, 2009, №8, pp. 36–43.
4. Markin V.K., Prosvirina I.S. *Postanovka zadachi po opredeleniiu osnovnykh parametrov uslovii komfortnosti v studencheskoi auditorii* [Statement of the problem to determine the main parameters of the comfort conditions in the student audience] *Energoberegaiushchie tehnologii: Nauka. Obrazovanie. Biznes. Proizvodstvo: Materialy V Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii* [Energy-saving technologies: Science. Education. Business. Production], 2011, № 1, pp. 96–100.
5. Markin V.K., Prosvirina I.S. *Analiz temperaturnykh polей vozduha v pomeshhenii dlia uchebnykh zaniatii* [Analysis of air temperature fields in a room for training sessions]. *Nauchnyi potencial na sluzhbu modernizacii* [Scientific potential of the service modernization]. Astrakhan', 2012, Vol. 2, pp. 71–74.
6. Markin V.K., Prosvirina I.S. *Vliianie izmeneniia mikroklimata v studencheskoi auditorii v processe zaniatii na fiziologicheskie pokazateli cheloveka* [Effect of changes in climate in the student audience in the course of employment on the human physiological indicators]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2012, №8, pp. 48–49.

УДК 662.6/9(075.8)

**Н.Н. Сеницын, Н.В. Телин, Д.А. Домрачев, Ю.В. Антонова,
Е.Л. Никонова, Г.М. Петрова**
Череповецкий государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПРИ СУШКЕ КОРЫ ДЕРЕВЬЕВ В ПЛОТНОМ СЛОЕ

Рассмотрен процесс сушки рубленой коры в плотном слое. Представлены экспериментальные данные, необходимые для расчета процесса. Получены расчетные данные по прогреву одиночных кусков коры на входе в слой в зависимости от начальной температуры газа. Установлена взаимосвязь начальной температуры газов и продолжительности нагрева кусков коры до начала выхода летучих веществ, взаимосвязь продолжительности нагрева и доли вышедшей влаги.

Кора, температура газа, плотный слой, конвективный теплообмен, влажность.

The process of drying of chopped bark in the dense layer is described in the article. Experimental data necessary for the calculation process is provided. The calculated data for heating single pieces of bark at the entrance to the layer, depending on the initial temperature of the gas, is presented. The correlation between the initial gas temperature and duration of heating pieces of bark before the volatile matter as well as the relationship between the heating time and the fraction of released moisture are proven.

Bark, gas temperature, dense layer, convective heat transfer, humidity.