

*П.С. Терещенко, В.И. Назаренко, Н.А. Тихонова*

(Институт медицины труда Национальной академии медицинских наук Украины";  
e-mail: pash1@ukr.net)

## **ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ В ТЁПЛЫЙ ПЕРИОД ГОДА**

*По данным исследований микроклимата офисных помещений, наиболее эффективной является система кондиционирования воздуха "чиллер-фанкойл"; сплит-система, при условии её правильного использования, позволяет поддерживать параметры микроклимата, которые полностью соответствуют ISO 7730:2005 для помещений категории С.*

*Ключевые слова: системы кондиционирования воздуха, гигиена труда, микроклимат, период года.*

*P.S. Tereshhenko, V.I. Nazarenko, N.A. Tihonova*

## **HYGIENIC ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF THE AIR CONDITIONING SYSTEMS OF OFFICE PREMISES DURING THE WARM PERIOD OF THE YEAR**

*According to the research of microclimate of office premises, there is the most efficient air conditioning system "chiller-fancoil"; split system, if it is properly used, allows to maintain the microclimate parameters, which fully met with ISO 7730:2005 for premises of category C.*

*Key words: air conditioning system, occupational hygiene, microclimate, period of year.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 30 мая 2014 г.

В условиях современного развития экономики заметно увеличились количество офисов, но не всегда обеспечивается соблюдение нормативных уровней *микроклимата (МК)* на рабочих местах [1-5]. В рамках стратегии энергосбережения предлагаются разные инженерно-технические разработки по поддержанию оптимальных параметров микроклимата помещений, с учётом колебаний температуры атмосферного воздуха, особенно в период глобального потепления [6].

Климатическое оборудование сегодня является жизненно необходимым во всех сферах жизнедеятельности человека, так как комфортный МК необходим для улучшения качества нашей жизни [7]. Для кондиционирования воздуха в современных офисных помещениях повсеместное распространение получили сплит-системы и чиллер-фанкойлы [6]. Офисные работники отдают предпочтение "теплому" комфорту (небольшое накопление тепла в организме) [8]. Однако, изучение теплового состояния человека в зависимости от параметров микроклимата на рабочих местах, периода года и типов систем управления микроклиматом остается предметом дальнейших исследований.

Авторами были проведены исследования теплового состояния организма и оценки теплоощущений офисных работников в теплый период года при использовании разных систем кондиционирования.

### Методы исследований

Параметры микроклимата в помещениях изучали работники городского call-центра, бухгалтерии, руководящего и вспомогательного состава (помощники руководителя, юрисконсульты, инженеры по техническому надзору, служба охраны труда).

Измерения параметров микроклимата проведены на 180 рабочих местах с использованием термометра шарового ТЕНЗОР-41 (Украина), анемометра TESTO 405-V1, термогигрометра TESTO 605-P1 и инфракрасного термометра TESTO 803-P2.

### Анализ результатов исследований

В помещениях площадью 12-22 м<sup>2</sup> рабочие места оснащены персональными компьютерами с жидко-кристаллическими *видео-дисплейными терминалами (ВДТ)* типа LG, HP, Samsung, Prestigio. Разные специалисты проводят 3-7 часов за ВДТ, обрабатывая информацию. Площадь помещения, приходящаяся на одно рабочее место, составляет от 3-5 м<sup>2</sup> (инженерный персонал, экономисты) до 12-16 м<sup>2</sup> (руководящий состав), объём, соответственно, – от 10,4 до 41,6 м<sup>3</sup>.

Для кондиционирования воздуха в административном корпусе используются преимущественно сплит-системы типа Samsung, Daikin и другие с площадью эффективного охлаждения или обогрева 20-25 м<sup>2</sup>. В помещении call-центра системы кондиционирования не установлены и в летний период, когда наблюдается высокая температура атмосферного воздуха 28-30 °С и более, открывают окна и применяют напольные или настольные вентиляторы, создающие весьма ощутимые сквозняки на рабочих местах.

В помещениях Министерства транспорта применяется система тотального управления микроклиматом типа "Чиллер-фанкойл" в пятидневном непрерывном режиме рабочей недели.

Как свидетельствуют данные исследований, в помещениях, оборудованных системами кондиционирования воздуха в большинстве случаев, наблюдается микроклимат, имеющий характер нагревательного – температура воздуха выше допустимой на 1-4 °С. Там, где отсутствуют кондиционеры, в тёплый период года возможно повышение температуры воздуха на 6-7 °С и более. Работа в таких условиях приводит к напряжению терморегуляторных функций организма, что обуславливает рост нагрузки на сердечно-сосудистую систему. Вызывает внимание недостаточная влажность воздуха, в основном, в холодный период года – 20-39 %, что может приводить к пересыханию слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей, повышению риска хронических заболеваний соответствующих органов и систем.

Одним из главных инженерно-технических решений по нормализации микроклиматических условий является внедрение эффективных систем кондиционирования воздуха, основные виды которых использовались в офисах, где проведены соответствующие исследования параметров МК.

В табл. 1 представлены наиболее распространенные типы систем управления микроклиматом на рабочих местах и распределение рабочих мест по классам условий труда, в соответствии с Гигиенической классификацией труда, в теплый период года (летом), что может свидетельствовать об их технической эффективности.

Так, при работе "Чиллер-фанкойл" – системы тотального управления микроклиматом по всем помещениям Министерства инфраструктуры Украины температура поддерживалась в пределах 22,7-26,6 °С, относительная влажность – 38-70 %, скорость движения воздуха – 0,01-0,22 м/с. При этом, по температурным показателем на 23 % рабочих мест условия труда отвечали 2 кл. (допустимые), а на 77 % – классу 3.1 (вредные), согласно действующей Гигиенической классификации труда. На 65 % рабочих мест относительная влажность соответствовала классу 2 (допустимые), а на 35 % – классу 3 (вредные). Скорость движения воздуха не соответствовала нормативной только в 6 % рабочих мест.

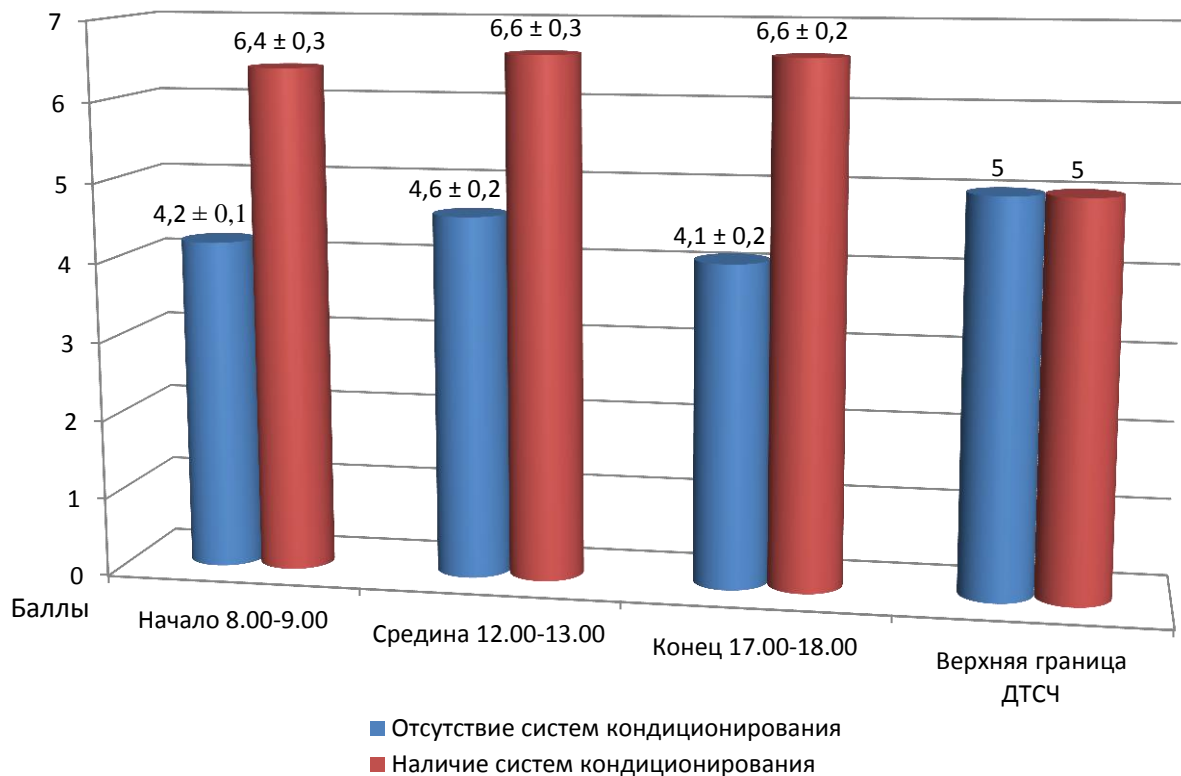
В помещениях с использованием сплит-системы температура воздуха была в пределах 25,4-26,4 °С, относительная влажность – 51-55 %, скорость движения воздуха – 0,05-0,24 м/с. При этом, по температурным показателем на 100 % рабочих мест условия труда отвечали классу 3.1 (вредные). На 100 % рабочих мест относительная влажность соответствовала классу 2 (допустимые). Скорость движения воздуха в 80 % отвечала классу 2 (допустимые), и в 20 % – классу 3.1 (вредные).

При работе в помещениях без систем кондиционирования, при температурах атмосферного воздуха 25-38 °С, показатели были следующими: температура держалась в пределах 30,2-34,2 °С, относительная влажность 37-51 %, скорость движения воздуха 0,1-0,25 м/с. По температурному показателю на 100 % рабочих мест условия труда отвечали кл. 3.2-3.3 (вредные). На 100 % рабочих мест относительная влажность соответствовала классу 2 (допустимые). Скорость движения воздуха на 38 % отвечала классу 2 (допустимые), а 62 % рабочих мест – классу 3.1 (вредные).

О стабильности субъективной оценки по показателю "теплоощущения" в течение рабочей смены свидетельствуют данные, представленные на рис. 1.

**Эффективность систем кондиционирования воздуха офисных помещений различных учреждений  
(тёплый период года)**

Системы управления микроклиматом	Учреждение	Температура атмосфер. воздуха, °С	Параметры микроклимата на рабочих местах						Рабочие места по классам условий труда, %						
			температура воздуха, °С		относит. влажность, %		скорость движения воздуха, м/с		температура воздуха		относит. влажность		скорость движения воздуха		
			Класс условий труда за ГКТ (2001)												
			факт.	норм.	факт.	норм.	факт.	норм.	2	3.1	3.2	2	3.1	2	3.1
Чиллер-фанкойл	Министерство инфраструктуры Украины	15-28	22,7-26,6	22-24	38-71	40-60	0,01-0,22	< 0,2	23	77	-	65	35	94	6
Сплит-системы	ОАО "Укртелеком", КП "Госпомобслуживание" КГГА, ООО "Карт-системс"	25-38	25,4-26,4	22-24	51-55	40-60	0,05-0,24	< 0,2	-	100	-	100	-	80	20
Отсутствуют системы кондиционирования	КП "Госпомобслуживание" КГГА	25-38	30,2-34,2	22-24	37-51	40-60	0,1-0,25	< 0,2	-	-	100	100	-	38	62



**Рис. 1.** Субъективная оценка параметров микроклимата по теплоощущениям в условиях отсутствия и наличия эффективной системы кондиционирования воздуха

Как видно из рис. 1, при наличии систем кондиционирования показатель "теплоощущения" меняется с  $4,2 \pm 0,1$  балла в начале смены до  $4,6 \pm 0,2$  – в середине смены, и  $4,1 \pm 0,2$  балла – в конце смены. В условиях отсутствия системы кондиционирования воздуха показатель "теплоощущения" изменяется в пределах  $36,4 \pm 0,3$  при верхней границе ДТСЧ 5 баллов (слегка тепло).

Таким образом, наиболее эффективной, по данным исследований микроклиматических условий, является система "Чиллер-фанкойл", так как в большинстве случаев созданы микроклиматические условия, соответствующие требованиям отечественных санитарных норм, в первую очередь, по показателям относительной влажности и скорости движения воздуха.

Следует заметить, что и температура, и относительная влажность, и скорость движения воздуха микроклиматической среды, которые создаются с использованием данной системы, в 100 % случаев соответствуют требованиям ISO 7730:2005, действующим в странах ЕС, для помещений категории С.

Достаточно эффективна также и сплит-система кондиционирования воздуха, в условиях её рационального использования и правильной установки в соответствии с инструкцией производителя. Параметры микроклиматической среды, создаваемой этой системой, также полностью соответствуют ISO 7730:2005 для помещений категории С.

Наиболее неблагоприятный микроклимат отмечается на рабочих местах в помещениях без систем кондиционирования воздуха, что может негативно влиять на тепловое состояние работающих, приводить к ухудшению самочув-

ствия, способствовать развитию усталости и снижению работоспособности. В таких случаях необходимо установление эффективных систем кондиционирования воздуха для нормализации микроклиматических условий.

Следует отметить, что физиолого-гигиенические исследования, проведенные в теплый и холодный периоды года, свидетельствуют, что есть определенные различия в реакциях организма работающих на влияние микроклимата.

При работе сплит-систем кондиционирования воздуха в жаркое время (июль-август), когда температура атмосферного воздуха была в пределах 25-38 °С температура воздуха на рабочих местах была повышена на 1-2 °С по сравнению с ГДР (22-24 °С), при нормативной влажности и скорости движения воздуха. Но такие микроклиматические условия не приводили к неблагоприятным изменениям теплового состояния человека по показателям средневзвешенной температуры кожи и средней температуры тела.

Показательно, что в холодный период года, при температуре атмосферного воздуха от -2 до -7 °С, влияние температуры воздуха на рабочих местах 23,7-24,2 °С и недостаточной относительной влажности воздуха (25-27 %) приводило к повышению средней температуры тела на 0,6 °С, по сравнению с критерием допустимого теплового состояния человека (36,3 °С). Субъективная оценка микроклиматических условий по показателю теплового состояния – "теплоощущения" в среднем, составляла  $4,9 \pm 0,2$  балла и была близка к значению "слегка тепло". Средневзвешенная температура кожи  $33,1 \pm 0,2$  °С была близка к допустимой (33,4 °С), но на 0,9 °С превышала критерий оптимального состояния (32,5 °С).

Такие особенности реакции организма человека свидетельствуют о наличии сезонных колебаний чувствительности к температурному фактору, что необходимо учитывать при разработке рекомендаций по уменьшению неблагоприятного влияния параметров офисного микроклимата на работающих, в том числе и с учётом методических подходов ISO 7730. Летом, при высоких температурах атмосферного воздуха 28-35 °С и более, можно рекомендовать соблюдение в офисных помещениях температур воздуха в пределах 24-26 °С. Это уменьшит перепад температур между наружной и внутренней температурами, что будет положительно восприниматься пользователями систем кондиционирования и не вызывать у них чувство дискомфорта. К тому же, такие температуры позволят удерживать температурное состояние организма в пределах допустимых критериев. В холодный период, когда организм человека более чувствителен к температурному фактору, на рабочих местах необходимо соблюдать требования ДСН 3.3.6.042 и ДНС 3.2.2.007-98 и поддерживать температуры воздуха в офисных помещениях в пределах 21-23 °С.

## Литература

1. **Акименко В.Я., Яригин А.В.** Гигиенические проблемы обеспечения параметров микроклимата и вентиляции современных жилых и общественных зданий // Гигиена населённых мест. 2009. – № 53. – С. 27-33.
2. **Голиков В.А., Ходарина К.В.** Статические характеристики процессов энергообмена организма человека с окружающей атмосферой // Судовождение: сб. научн. трудов. Одесса: ОНМА, 2012. Вып. 21. С. 86-90.
3. **Максимов С.А., Иванова О.А.** Социально-гигиенические аспекты трудовой адаптации работников умственного труда // Гигиена и санитария. 2011. № 2. С. 56-60.
4. **Матюхин В.В.** Воздействие факторов трудового процесса. Энциклопедия. Воздействие на организм человека опасных и вредных производственных факторов. Медико-биологические и метрологические аспекты. В 2-х томах. М.: ИПК. 2004. Т.1. С. 344-441.
5. **Назаренко В.И., Чебанова О.В., Мартиросова В.Г., Каракашян А.Н., Мартиновская Т.Ю., Чуй Т.С.** Физиолого-гигиеническая оценка условий труда телефонистов современной цифровой связи // Украинский журнал по проблемам медицины труда. 2007. № 3. С. 49-56.
6. **Малютина Н.Н., Власова Е.М.** Профессионально обусловленная патология работающих с компьютером // Медицина труда: Реализация глобального плана действий по здоровью работающих на 2008-2017 гг.: Всерос. конф., посв. 85-ти лет. ГУНИИ МТ РАМН. М., 2008. С. 207-209.
7. **ГОСТ EN ISO 7730:2011** (ISO 7730:2005 (E), IDT). Эргономика тепловой среды. Аналитическое определение и интерпретация теплового комфорта на основе расчётов показателей PMV и PPD и критериев локального теплового комфорта / Минрегион Украины, Государственное предприятие "Укранхстройинформ". 2011. 76 с.
8. **Babski-Reeves Kari, Sabrina Williams, Grace Tran, Tara Knoll.** Performance evaluations of micro-climate cooling products // Grado Department of Industrial and Systems Engineering. 2003. P. 1-27.
9. **Bagneid A.** The creation of a courtyard microclimate thermal model for the analysis of courtyard houses. <http://repositories.tdl.org/tdl-ir/handle/1969.1/ETD-TAMU-1662/>