

---

## ТЕРМИНАЛНА СТАНЦИЯ НА МНОГОЗОНАЛНА КЛИМАТИЧНА СИСТЕМА ЗА РЕГУЛИРАНЕ ЛОКАЛНИТЕ ПАРАМЕТРИ НА ТОПЛИННИЯ КОМФОРТ НА ПЕРСОНАЛНО РАБОТНО МЯСТО В ОФИС

**Александър В. ДИМИТРОВ, Алекси ЗЕРИНОВ**  
aldim\_bg@yahoo.com

*Доц. д-р Александър Димитров, ВТУ „Т. Каблешков”, София*  
**БЪЛГАРИЯ**

**Резюме:** В доклада са описани структурно-функционална и конструктивна схеми на терминална станция (ТС) на многозонална климатична инсталация, предназначена да обслужва компютризиран офис или учебна компютърна зала (включваща над 4 работни места).

В резултат на предварителната проучвателна и проектно-конструкторска дейност, извършена при подготовката на научно-изследователския проект на тема "Персонално климатизирано компютърно работно място" са формулирани общите изисквания и характеристики на терминалната станция, обслужваща конкретно работно място. Беше създадена работна документация и **изработен реален прототип** на терминалната станция.

В конструкцията на прототипа са използвани следните иновационни елементи:

- Високо ефективен фотокаталитичен, антибактериален и антеникотинов филтър;
- Високо ефективни въздух-разпределителни регистри, осигуряващи подходящо конфигуриране на въздушната среда на работното място.

Приложени са **схеми и снимки** на създадения прототип, който е в процес на проверка за патентна чистота. Предстоящ етап в проекта е създаването на система за дистанционен операторски контрол (ДОК), чиито характеристики са дискутирани в доклада.

**Ключови думи:** Локална климатизация, терминална станция, ОВК инсталации, компютризирано работно място,

### **1. Увод- икономия на енергия чрез поддържане на локален топлинен комфорт**

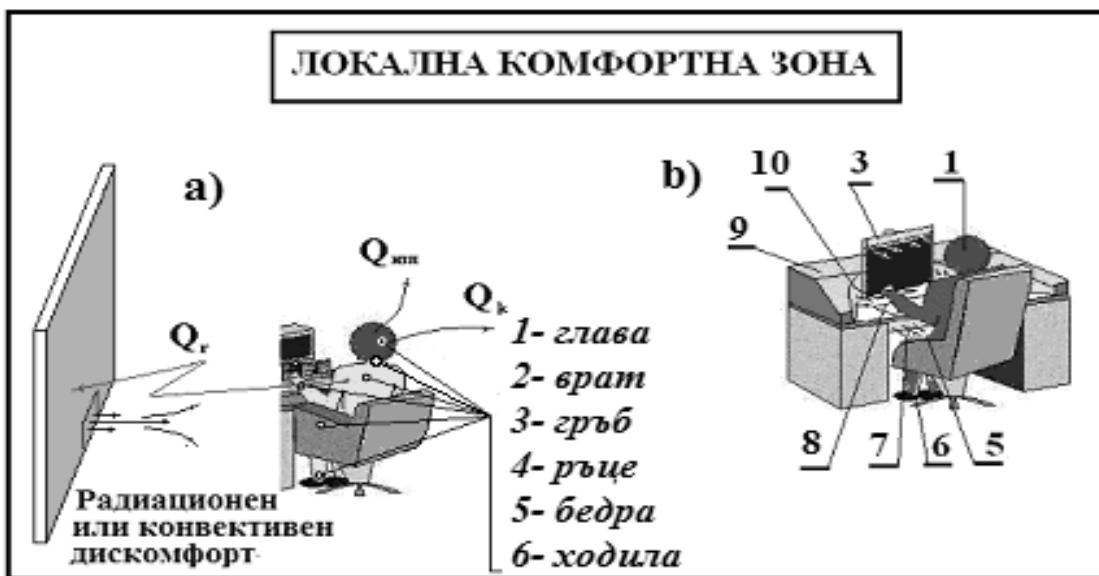
Проблемите на локалния комфорт са били винаги във фокуса на изследователската активност, но те са били решавани в контекста за постигане на обща в цялата топлинна зона хомогенност.

Стремежът към постигане на пълна комфортна хомогенност в цялата зона, от гледна точка на практическата реализация на конкретни проектни решения е фикция. Съществува цяла серия реално действащи фактори, които правят тази идея практически непостижима. Първостепенно значение между тях имат позиционираните нехомогенни граници на топлинната зона, създавани от

недостатъчната изолираност на стените, топлинните мостове и различните видове остъклени светлоприемни отвори [Димитров(2007)]. Освен че са причина за възникване на структурни и повърхностни дефекти върху самите елементи, те пораждаат и асиметричен дискомфортен радиационен топлообмен с хора, работещи в тяхна близост, като така нарушават и хомогенността на топлинната зона. Друг съществен фактор, действащ в същата посока е наличието на въздушни течения в зоната - естествени и принудени. Те пораждаат вертикална температурна нехомогенност (стратификация) в областите от зоната, в които тяхното действие е установено и чувство на асиметричен топлинен

дискомфорт от течения. Трети фактор в тази насока е наличието на източници (или падове) на нискотемпературна радиация (с повърхностни температури до 1000°C) като

пещи, топлогенератори, уреди, които действат както нехомогенни граници- стени и остъкления и създават радиационна асиметрия.



Фиг.1 Организация на топлинния комфорт на работното място

В условията на хроничен енергиен недостиг, дизайнерската стратегия за постигане на пълна топлинна хомогенност изглежда като излишен лукс. Поддържането на хомогенност на параметрите на комфорта в допустимите граници в цялата топлинна зона е неикономично, свързано е с излишен разход на енергия, разхищаване на енергийни ресурси и инсталиране на допълнително оборудване, което необосновано оскъпява обекта. В тези условия, **разумното решение за постигане на топлинния комфорт може да се търси единствено в границите на зоната на обитаване, в частност, само в работното място.**

Така възниква нов проблем за организиране на оптимална топлинна среда само около работното място, която от една страна трябва да е комфортна като отчита индивидуалността на работещия в нея оператор, а от друга - разходът на енергия и вложеният обществен-полезен труд трябва да са минимизирани.

Този проблем трябва да бъде решаван с отчитане силата на локалните обективни фактори на комфорта и особеностите на субективните фактори, които са уникални за отделните индивиди и зависят от моментните състояния на хората.

Както е известно от теорията, пет са общите обективни фактори, чиито съчетаване определя степента на задоволство от топлинната

обстановка (температура- $t_a$ , скорост- $w_a$  и влагосъдържание- $\varphi_a$  на околния въздух, общата радиационна температура на средата-  $T_R$  и температурата на близката стена-  $T_W$ ). Паралелно с тях действа и група от субективни и локални фактори като:

- Възраст на индивида (интензивността на метаболизма при възрастните хора намалява);
- Пол (жените имат метаболизъм с по-нисък интензитет от мъжете);
- Форма на тялото (високите и слаби хора имат по-голямо топлоотдаване);
- Дебелина на подкожната тлъстина;
- Вид на извършваната дейност (активност);
- Текущо емоционално и здравословно състояние на индивида (болните хора могат да активират метаболизма си в резултат на болестта) и способността му да се аклиматизира;
- Вид и начин на хранене (различните храни и напитки влияят върху интензивността на метаболизма);
- Облекло (с подходящ подбор на дрехите хората контролират топлообмена с околната среда);
- Нивото на контактното съпротивление между краката и пода;

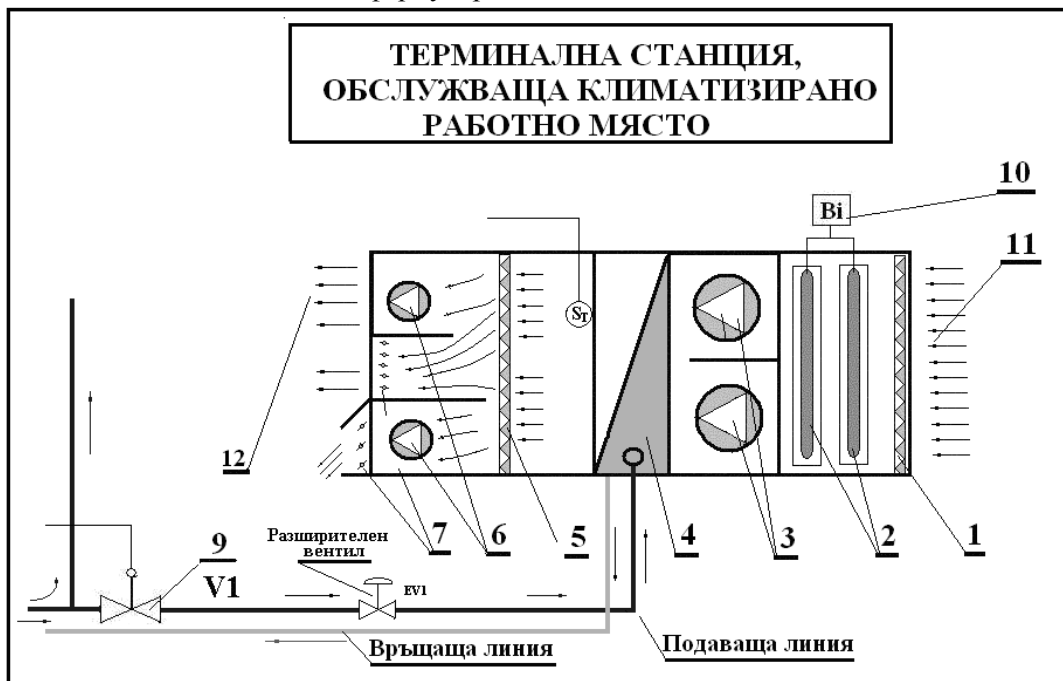
➤ Наличие в непосредствена близост на стени и прозорци, локално разположени тримерни обекти, създаващи локална физическа среда (напр. компоненти на офис оборудване);

➤ Интензивност на електростатични полета на апарати и уреди и пр.

При действието на всички обективни и субективни фактори, се счита че топлинният комфорт е постигнат, ако метаболичният топлинен поток от тялото на оператора се отделя към околната среда с минимално напрежение в системата на терморегулация на тялото му (в състояние на комфорт, температурите на тялото, на кожата на гърдите и корема са постоянни, установяват се периодически колебания на температурата на кожата на ръцете и ходилата, няма активност на потните жлези, а общото ниво на работоспособност е високо). При дългогодишните изследвания са установени шест чувствителни към изменението на топлинната обстановка части на човешкото тяло (Фиг.1а). Техните реакции в различни топлинни ситуации са позволили да бъдат формулирани

някои общи принципи, които трябва да се следват при организиране на топлинната среда около персоналното работно място:

- Температурата в областта на краката и прасците (поз.6-фиг.1а) да бъде 3-5°C по-висока от тази в областта на главата(поз.1-фиг.1а)
- Главата на оператора трябва да бъде "охлаждана", но хората се чувстват дискомфортно, ако температурата на тавана е по-ниска от 17°C;
- Краката (стъпала и прасци-поз.6-фиг.1а) и гърба (поз.3-фиг.1а) са чувствителни към охлаждане и трябва бъдат предпазвани, с изолирани подове или екраниращи повърхности;
- Ръцете(поз.4), бедрата (поз.5) и врата (поз.2) са съществени индикатори за топлиния комфорт (напр. при температура на въздуха под 20°C около ръцете, някои хора изпитват топлинен дискомфорт).



**Фиг.2** Схема на управлението на многозонална климатична инсталация, обслужваща компютърна учебна зала или компютъризиран офис: 1-входен филтър;2-фотокаталитичен филтър;3-нагнетателни вентилатори;4-двуделна охладителна секция;5-изходящ въгленов филтър;6-спомогателни вентилатори;7- фасонни решетки;8-разширителен вентил ;9-термостатен вентил;10- ключ;11-отработен въздух, засмукан от работното място;12- обработен въздух

Наличието на голямо количество субективни и при това непредсказуеми за конкретните условия на дадено работно място фактори, ни даде **идеята** при създаване на терминалната станция, която е елемент на

многозонална климатична инсталация, обслужваща всяко индивидуално работното място, **изборът на топлинните условия да се задава мануално от самия оператор** в съответствие с моментното му субективно

термично усещане за комфорт или дискомфорт. Това трябва да става чрез система за дистанционно настройване на режимите на работа на самата терминална станция(виж т.3).

## 2.Устройство на терминалната станция на компютъризирано работно място с възможности за създаване на локален топлинен комфорт

Както е известно, в компютъризираните офиси на държавните учреждения, банките, финансовите фирми, счетоводните къщи, в учебните лаборатории на университетите и средните учебни заведения, системно се наблюдава прегряване на работните зони, дължащо се на съсредоточаване върху малка площ на голямо количество хора и техника (плътността на топлинния товар от вътрешни източници в някои случаи може да достигне до  $300-400W/m^2$ ).

Тъй като в повечето сгради липсва централна система за климатизиране, помещенията и персонала са оставени на действието на това излишество на топлинна енергия. Особено тежко е положението в помещения, ориентирани на южни, югозападни и западни фасади, когато към отделената от техниката топлина се добавя прякото слънцегреене в обедните и следобедни работни часове и

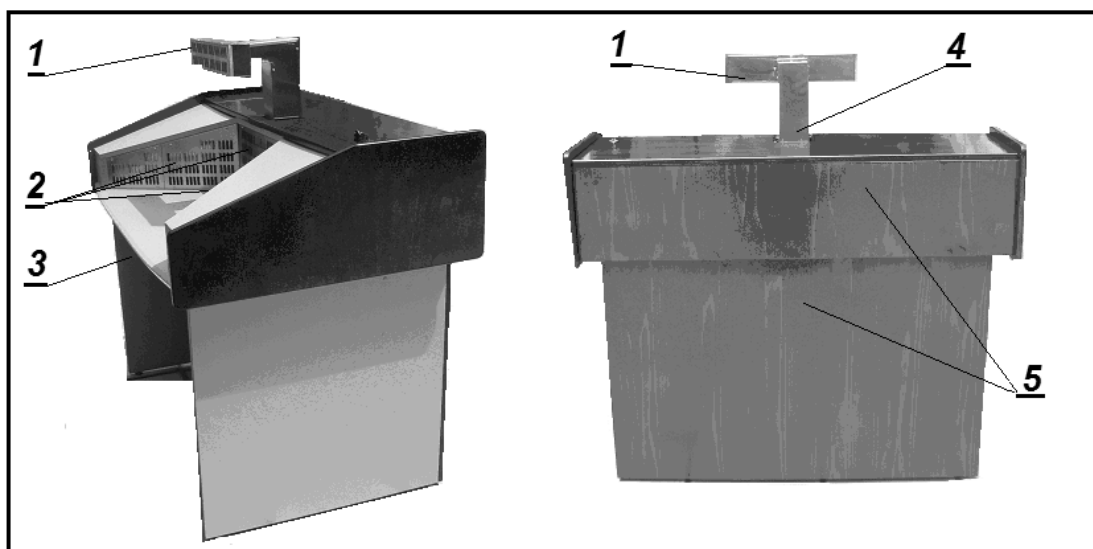
нерегулираната работа на централната отоплителна система. Перспективата за подобряване на работните условия, изхождайки от концепцията за постигане на **локален топлинен комфорт** и възможното приложение в упоменатите компютъризирани офиси ни стимулира да проектираме и създадем прототип на терминална станция, локално обслужваща компютъризирано работно място.

Схемата на такава станция е илюстрирана на Фиг.2 и включва следните компоненти:

- Входящ филтър (поз.1);
- Фотокаталитичен филтър (поз.2);
- Нагнетателни вентилатори (поз.3)
- Изпарителен блок (поз.4);
- Изходящ филтър от активен въглен (поз.5);
- Спомагателни вентилатори (поз.6);
- Фасонни решетки(поз.7).

Разработената от нас терминална станция е проектирана и изработена като работно бюро с габаритни размери 1300/900/1000mm (Фиг3). Тя позволява регулиране на скоростта и температурата на въздуха в трите най-чувствителни зони на човешкото тяло: глава, ръце- гърди и бедра.

Предвижда се охладеният въздух да се подава в зоните пред седящия оператор: в областта на лицето от мониторната диадема(поз.1-Фиг.3); върху ръцете и



Фиг.3 Прототип на терминална станция за компютъризирано работно място- подглед отвън: страничен и анфас изглед:1-горен въздушен регистър;2-среден регистър;3-долен регистър;4-въздуховод с вграден спомагателен вентилатор;5-фасонни фасти .

клавиатурата от средния регистър (поз.2-Фиг.3)и в областта на скута и бедрата от долния регистър (поз.3- Фиг.3).

Въздухът се охлажда в зависимост от зададената от оператора температура в диапазона:  $+18 \leq t_a \leq 24^{\circ}\text{C}$ , а скоростта му може да се регулира от 0 до 0,5 m/s в трите регистъра чрез независимо управление на оборотите на двата основни и двата допълнителни вентилатора (поз.6- Фиг.2).

Охладителната секция е оразмерена да работи при температура на кипене  $+7,3^{\circ}\text{C}$  (хладилният агрегат ще може да работи и при температура на кипене  $+2^{\circ}\text{C}$ ). Защита от заскрежаване се предвижда при температури по-ниски от  $-1^{\circ}\text{C}$ .

Проектната хладилна мощност се изчислява на базата на оценки на локалните топлинни печалби в зоната (от вътрешните източници: компютъра и оператора),

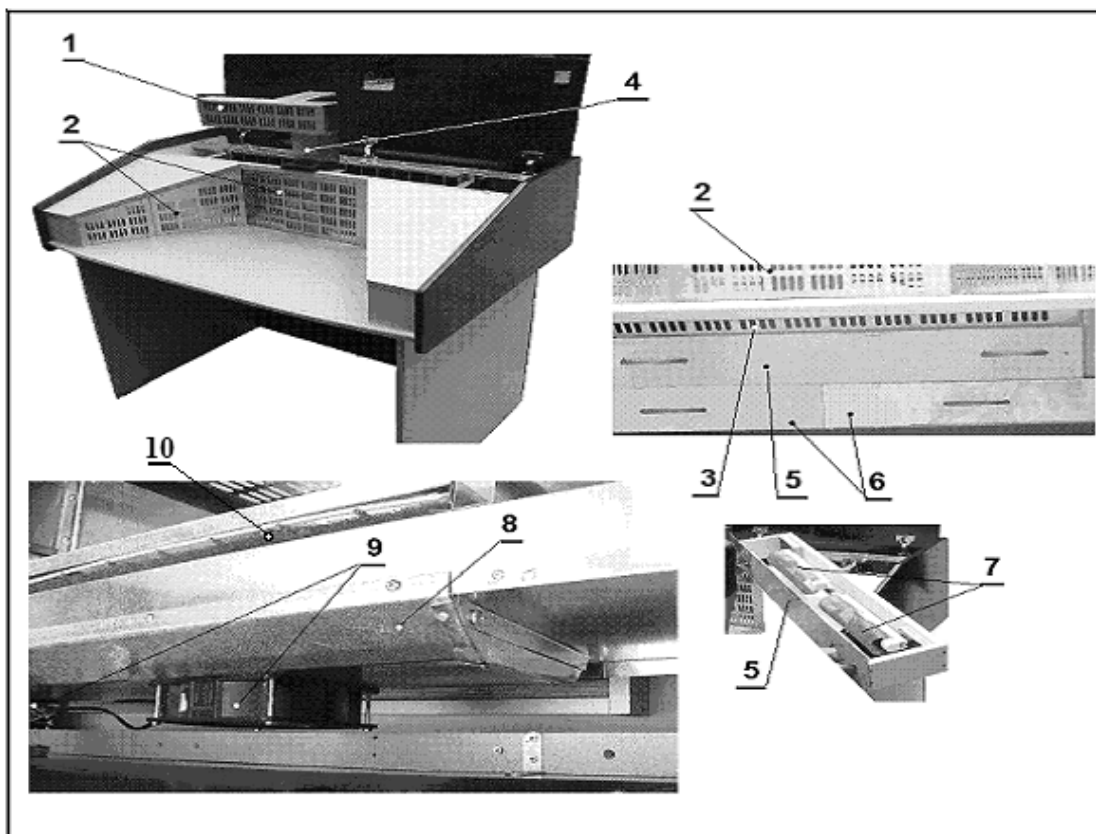
възлизаци на 700 W.

Фотокаталитичният филтър (поз.7-Фиг.4) е предназначен да изпълнява деструктуриране чрез оксидация на органични летливи замърсявания и дезинфекция на обработвания въздух от попаднали вируси и бактерии [Димитров(2007)]. Очаква се създаването в него активни йони да неутрализират влиянията на електростатичното поле на компютърния екран, като по този начин се влияе позитивно на работния тонус на оператора.

### 3. Управление на терминалната станция

В съответствие с концепцията за важността и определящото значение на субективните фактори за постигане на топлинния комфорт на работното място, терминалната станция е снабдена с гъвкава система за регулиране, даваща **три степени на свобода** за промяна на топлинната среда:

- промяна в пространството- трите въздушни регистъра са насочени в



**Фиг.4** Прототип на терминалната станция- поглед отвътре: 1- горен въздушен регистър-диадема; 2- среден регистър; 3- долен регистър; 4- въздуховод със спомагателен вентилатор към диадемата ; 5- фотокаталитичен филтър; 6-входящ филтър; 7- елементи на фотокаталитичния филтър; 8- охлаждащ секция; 9- нагнетателни вентилатори; 10- изходящ филтър- активен въглен .

- различни области на тялото;
- промяна на температурата на подавания въздух –осъществява се чрез включване/изключване на отделните части на двуделния топлообменник на охладителната секция;
- промяната на скоростта на подавания въздух от трите вентилаторни групи (двата нагнетателни, спомагателния за горния и спомагателния за долния въздушен регистър) се осъществява с безстъпален дистанционен контрол на оборотите на вентилаторите.

Терминалната станция може да бъде гъвкаво регулирана от оператора, за да следва усещането за комфорт на работното място, изхождайки от субективните му нужди. По същество, това е една следяща регулираща система, чиито сензори са субективизирани към даден индивид и нейната адекватна работа е предпоставка, системата да консумира енергия само колкото е потребно, като същевременно се икономисва енергия, когато работното място не се използва (При напускане на работното място е предвидено автоматично спиране на работата на станцията).

Терминалната станция може да работи самостоятелно или в група.

Когато тя работи самостоятелно, хладилният агент, феон 404А, от ресивера на хладилната машина се подава към два терморегулаторни вентила, захранващи индивидуално всеки от двата дяла на охладителната секция. Компресорът ще консумира електрическа енергия в зависимост от това дали са включени един или двата дяла на изпарителния топлообменник.

При наличие на две или повече работни места, които да бъдат локално климатизирани, терминалните станции могат да се включат в многозонална климатична инсталация,

захранвана от една централна машина в попътна схема.

Системата за регулиране на централната инсталация ще следи за броя на включените в употреба терминални станции (само тези, на които има работещ оператор) и работата на компресора ще следва потребната студова мощност.

Ефективността и функционалността на системата могат да бъдат доказани при наличие поне на 7-8 работни места, включени в обща климатична инсталация.

#### ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

[1] **Димитров А.В.** (2007), Натурни и компютърни наблюдения на пораждането на зони с изолационна недостатъчност (топлинни мостове) и наличието на кондензни дефекти, мухъли и плесенни образувания върху плътни стени., Научна сесия с международно участие по случай 60 години от създаването на УАСГ, София, 17-18 май 2007

[2] **Димитров А.В.** (2007), Антиникотинов филтър, приложим в оборудването на климатично-вентилационните системи на пътническите вагони на ж.п.транспорта и Метрополитена.,Научна конференция с международно участие”ТРАНСПОРТ 2007”, 14-15 ноември 2007, ВТУ”Тодор Каблешков”, София

[3] **Melikov A.** (2007), Draft Discomfort, Physical and Physiological Considerations.,pp.40-45, Climacademy 2007, Pamporovo, Bulgaria

[4] **Melikov A.** (2007), Local Thermal Discomfort.,pp. 32-39, Climacademy 2007, Pamporovo, Bulgaria

[5] **Хохряков В.П.** (1987), Вентилация, отопление и обезпыливание воздуха в кабинах автомобилей, Машиностроение

### A TERMINAL STATION FOR THE COMPUTERIZED WORKING PLACE HVAC SYSTEMS

**Alexander Dimitroff Ph.D.**

*Higher School of Transport, 158 Geo Milev Street, Sofia*

**Abstract:** *The terminal station (TS) was designed as a computer desk in the University Computer Laboratories or the Bank offices. The TS consists of: mechanical and photo-catalytical filters, heat exchanger, three fan groups with independent remote controlled speed of rotation and three outlet plenums. The remote control is made by the computer operator directly, which grants high local conditions quality levels.*

**Key words:** *Local Air-conditioning, Terminal station, HVAC, Computer working place*