

УДК 658.382

Ю.В. КУРІС ⁽¹⁾, провідний науковий співробітник, доктор технічних наук
В.К. ТАРАСОВ ⁽²⁾, доцент, кандидат технічних наук
О.Б. МАТЯШЕВА ⁽²⁾, аспірант
Н.В. БЕРЕНДА ⁽²⁾, доцент, кандидат технічних наук
І.О. ТКАЛІЧ ⁽²⁾, асистент

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШКІДЛИВИХ ЧИННИКІВ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ПЕРСОНАЛУ, ЩО ОБСЛУГОВУЄ КОМП'ЮТЕРНУ ТЕХНІКУ

⁽¹⁾ Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ

⁽²⁾ Запорізька державна інженерна академія

Досліджено параметри санітарно-гігієнічних факторів виробничого середовища на робочих місцях постійного або тимчасового перебування робітників у процесі трудової діяльності з комп'ютерною технікою. Як профілактику несприятливого впливу параметрів мікроклімату запропоновано комплекс захисних заходів для аналізованих умов.

Ключові слова: комп'ютерна техніка, мікроклімат робочої зони, дослідження, системи кондиціонування, звукоізолюючі огороження

Актуальність роботи. Передумовою організації роботи зі створення сприятливих умов праці є об'єктивна оцінка їх фактичного стану, тобто всі елементи виробничого середовища слід систематично піддавати дослідженням для визначення їх відповідності існуючим нормативам.

Поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці передбачає усунення причин, що породжують несприятливі умови, а також раціоналізацію виробничого процесу з урахуванням комплексу санітарних та ергономічних норм і стандартів.

Відомо, що виконання будь-якої роботи протягом тривалого часу супроводжується стомленням організму, що проявляється у зниженні працездатності робітника. Поряд з фізичною та розумовою роботою на його стомлення значно впливає і навколишнє виробниче середовище, тобто умови, де виконують роботу.

Постановка завдання. Метою дослідження є вивчення стану мікроклімату та шуму в приміщеннях з комп'ютерною технікою та розробка засобів для досягнення припустимих умов праці.

Матеріали та результати досліджень. З метою вивчення причин порушень здоров'я робітників, що працюють з комп'ютерною технікою виконано дослідження мікроклімату: температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, - у приміщеннях АСУ ПАТ «Запоріжжкокс». Для порівняння розглядали також мікроклімат комп'ютерного залу ЗДІА з використанням стандартної вимірювальної апаратури. Технічну характеристику приміщень, що досліджують, подано у табл. 1.

Як випливає з табл. 1, не забезпечується необхідна для одного робітника за загальними санітарним нормам НПАОП 0.00-1.28-10 (не менше 6 м²) в комп'ютерному залі ЗДІА (2,80 м²), АСУ ПАТ «Запоріжжкокс» (5,80 м²), а необхідний об'єм (не менше 20 м³) у комп'ютерному залі (10,0 м³), що ускладнює підтримку необхідного мікроклімату.

Результати замірів параметрів, що досліджували, наведено у табл. 2.

Аналіз одержаних даних свідчить про необхідність підвищення загальних санітарно-технічних вимог до повітря робочої зони. За нормативних значень температури 22...24 °С і відносній вологості 40...60 % для теплого періоду року спостерігали перевищення температури у комп'ютерному залі ЗДІА на 5,4...6,4 °С і відносній вологості на 8,0...12,4 % в АСУ ПАТ «Запоріжжкокс» і на 6 % в комп'ютерному залі ЗДІА. Що стосується швидкості руху повітря, то за нормативної величині 0,2...0,5 м/с пониження її значень було зафіксовано лише в комп'ютерному залі ЗДІА.

Відповідно до НПАОП 0.00-1.28-10 [1] та роботи [2] виконували розрахунки системи кондиціонування повітря для видалення надлишкової теплоти та вологи.

Величину сумарного виділення теплоти визначали за формулою:

$$Q_{\Sigma} = Q_{z.o.} + Q_{в.о.} + Q_{с.р.} + Q_{ин} + Q_{обл} + Q_{ш.о.} + Q_p + Q_{ш.л.} \quad (1)$$

де $Q_{z.o.}$, $Q_{в.о.}$ – теплота, що надходить через зовнішні непрозорі та внутрішні огороження відповідно, кВт/год.; $Q_{с.р.}$ – теплота сонячної радіації, кВт/год.; $Q_{ин}$, $Q_{обл}$, $Q_{ш.о.}$ – теплота, яка надходить від інфільтрації, виробничого обладнання

та штучного освітлення відповідно, кВт/год.; нагрівальні прилади відповідно, кВт/год.
 Q_p , $Q_{н.п}$ – теплота, яку виділяють робітники та

Таблиця 1 – Характеристика приміщень з комп'ютерною технікою

Приміщення	Загальна площа, м ²	Загальний об'єм, м ³	Кількість комп'ютерів, шт.	Кількість принтерів, шт.	Кількість робітників, чол.	Площа на робітника, м ²	Об'єм на робітника, м ³
АСУ ПАТ «Запоріжжкокс»	65,0	325,0	12	5	8	5,25	27,08
комп'ютерний зал ЗДІА	71,9	194,1	12	6	24	2,77	7,47

Таблиця 2 – Параметри мікроклімату приміщень, що досліджували

Найменування	Точки замірів	Час замірів	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
АСУ ПАТ «Запоріжжкокс»	1	день	20,8	68	0,2
	2		20,8	68	0,2
	3		19,8	72	0,1
Комп'ютерний зал ЗДІА	1	ранок	29,8	49	0,1
		день	28,0	66	0,1
		вечір	30,8	48	0,1
	2	ранок	28,6	49	0,1
		день	27,4	64	0,1
		вечір	31,0	46	0,1
	3	ранок	29,8	50	0,1
		день	29,2	60	0,1
		вечір	31,0	46	0,1

Значення загального виділення вологи обчислювали з використанням рівняння:

$$W = W_{т.о.} + W_{з.п} + W_{ш.р} + W_{ін}, \quad (2)$$

де $W_{т.о.}$ – волога, яку виділяє обладнання під час виконання технологічних процесів, кг/год.; $W_{з.п}$ – волога від змочених поверхонь, кг/год.; $W_{ш.р}$, $W_{ін}$ – волога, яку виділяє шкіра робітників, та надходить із зовнішнім повітрям за інфільтрації відповідно, кг/год.

Результати розрахунків наведено у табл. 3.

Для асиміляції шкідливих умов, що виділяються в приміщеннях, необхідно забезпечити подавання певної кількості повітря, (кг/год), в т.ч.:

– для нейтралізації надлишку теплоти G_Q :

$$G_Q = \frac{Q_{из}}{0,24 \cdot \Delta t_p}, \quad (3)$$

де Δt_p – нормоване підвищення внутрішньої температури над її зовнішнім рівнем, °С;

– для нейтралізації виділень вологи G_W :

$$G_W = \frac{W}{d_e - d_n}, \quad (4)$$

де d_e , d_n – вміст вологи внутрішнього та припливного повітря відповідно, кг/год.

Таблиця 3 – Розрахункові значення виділення теплоти та вологи

Найменування	Q_{Σ} , Дж/год.	W , кг/год.
АСУ ПАТ «Запоріжжкокс»	28749,4	2,8
Комп'ютерний зал ЗДІА	16737,0	5,2

Вибирання кондиціонера здійснювали за найбільшою розрахунковою величиною G_Q і G_W .

Виконані розрахунки дозволили встановити, що приміщення АСУ ПАТ «Запоріжжкокс» необхідно додатково обладнати одним автономним кондиціонером типу «Daikin FTXB60C» та дисплейний зал ЗДІА – двома автономними кондиціонерами типу «Mitsubishi Heavy SRK40HG-S».

На даний час в існуючих приміщеннях АСУ, АСУ ТП, побудованих понад двадцять років тому, дуже складно підтримувати рівень шуму, що дорівнює 50дБА для програмістів і операторів, 65 дБА для персоналу, що працює з документацією [3].

Дослідження, що виконано співробітниками кафедри промислової екології та охорони праці ЗДІА, показали, що у приміщеннях АСУ ПАТ «Запоріжжкокс» спостерігають значні відхилення

рівня шуму на робочих місцях від санітарних норм (табл. 4).

Таблиця 4 – Результати замірів рівня шуму в АСУ ПАТ «Запоріжжюк»

Приміщення	Частота коливань шуму, Гц							Еквівалентний рівень шуму, дБА
	63	250	500	1000	2000	4000	8000	
Кімната програмістів і операторів	64	59	58	58	60	66	56	69
	71	54	49	45	42	40	38	50
Кімната обробки інформації	59	64	67	75	78	76	74	81
	83	74	68	60	57	55	54	65

Примітка: у чисельнику подано фактичні результати вимірювань рівня шуму; в знаменнику - припустимі значення

Як видно з табл. 4, перевищення рівня шуму порівняно з нормативними значеннями становить: для програмістів і операторів складає 18 дБ, для персоналу, що працює з документацією – 22 дБ. Окрім дії шуму на органи слуху, на центральну нервову систему несприятливо впливає високочастотний шум ($f_c = 4000$ Гц і більше).

Для зниження рівня шуму до нормативних значень найбільш оптимальним за умов АСУ є використання більш сучасного та менш шумного обладнання: лазерних принтерів, а також розміщення кондиціонерів. Більш доцільним є раціональне планування приміщення з розташуванням найбільш шумного обладнання в окремій частині із звукоізолюючою перегородкою. Запропоновано звукоізолююче огороження з двох плоских перегородок з повітряним проміжком між ними. У цьому разі рівень звукоізоляції розраховують за формулою:

$$R_A = 22 \lg \left(\frac{m}{m_0} \right) - 3, \quad (5)$$

де m – поверхнева щільність матеріалу огороження, кг/м²; $m_0 = 1,0$ кг/м².

Для виключення впливу зовнішнього шуму запропоновано використовувати скло товщиною не менше 5,0 мм. Рівень звукоізоляції R_A при цьому визначають як

$$R_A = 12 + h \cdot \lg \left(\frac{h}{h_0} \right), \quad (6)$$

де h – товщина скла, мм; $h_0 = 1,0$ мм.

Таблиця 5 – Площа приміщення й очікуване зниження рівня шуму до та після акустичної обробки

Показники	Середньо-геометрична частота, Гц					
	125	250	500	1000	2000	4000
Еквівалентна площа приміщення до облицювання, м ²	15,88	12,96	11,98	9,10	7,54	6,44
Еквівалентна площа приміщення після облицювання, м ²	53,40	94,02	103,96	102,78	93,56	95,88
Очікуване зниження рівня шуму, дБ	6,08	8,35	9,27	9,78	9,89	10,64

Достатнє зниження рівня шуму за звукоізоляції досягають використанням двошарового скла з повітряним зазором.

Акустичну обробку приміщення здійснюють збільшенням еквівалентної площі звукопоглинання за рахунок розміщення на внутрішній поверхні його стін, стелі та підлозі спеціальних облицювань: мінераловатних і перфорованих плит, щільної бавовняної тканини та ін. Очікувану величину зниження шуму ΔL_i для кожної (i -ої) октавної смуги визначають за формулою:

$$\Delta L_i = 10 \lg \left(\frac{A_{zi}}{A_{li}} \right), \quad (7)$$

де A_{li} , A_{zi} – еквівалентна площа звукопоглинання до та після акустичної обробки виробничого приміщення, відповідно, м²; $A_{li} = \Sigma \alpha_{ni} \cdot S_i$; $A_{zi} = \Sigma \alpha_0 \cdot S_0 + \Sigma \alpha_{nk} \cdot S_k$; α_n , α_0 – коефіцієнт поглинання матеріалом огороження звуку й облицювання відповідно; S_i , S_0 , S_k – площа огороження, площа облицювання й еквівалентна площа необлицюваних поверхонь огорожень приміщення, відповідно, м².

Результати розрахунків облицювання, що поглинає звук, та досягнутого зниження рівня шуму на основних октавних частотах для приміщень АСУ ПАТ «Запоріжжюк» подано у табл. 5 і 6.

Результати виконаних досліджень і запропоновані розробки передано ПАТ «Запоріжжюк» для впровадження.

Таблиця 6 – Рівень шуму в приміщенні АСУ ПАТ «Запоріжжкокс», ДБА

Варіанти порівняння	Середньо-геометрична частота, Гц					
	125	250	500	1000	2000	4000
Згідно БНіП	61,0	50,0	52,0	50,0	47,0	45,0
До акустичної обробки	58,2	56,8	57,6	58,9	61,0	65,3
Після акустичної обробки	52,6	46,6	47,8	47,5	51,4	53,4

Висновки.

1. Результати досліджень мікроклімату робочих зон робітників з комп'ютерною технікою за умов АСУ ПАТ «Запоріжжкокс» а також комп'ютерного залу ЗДІА зафіксували необхідність підвищення загальних санітарно-технічних вимог до повітря робочої зони.

2. Для зниження рівня шуму до нормативних значень слід використовувати за умов за-

значених приміщень більш сучасне та менш шумне обладнання: лазерні принтери та кондиціонери, а також здійснити раціональне планування приміщення із звукоізолюючим огороженням. Достатнє зниження рівня шуму за звукоізоляції досягають використанням двошарового скла з повітряним зазором.

Бібліографічний список

1. **НПАОП 0.00-1.28-10.** Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин. Наказ Держгірпромнагляду від 26.03.2010 р. № 65.
2. **Гігієніні нормативи ГН 3.3.5-8-6.61-2002.** «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 27.12.2001 р. № 528.
3. **Іванов, В. Г.** Охрана труда: инженерные решения практических задач [Текст] / В. Г. Иванов, А. В. Солдатов, В. Н. Клименко и др. ; учеб. пособие. – Харьков : УИПА, 2005. – 284 с. – ISBN 666-8004-59-0.
4. **Зеркалов, Д. В.** Охрана праці в галузі: загальні вимоги [Текст] / Д. В. Зейналов ; навч. посібник. – Київ : Основа. 2011. – 551 с. – ISBN 978-966-699-631-5.
5. **Грибан, В. Г.** Охрана праці / В. Г. Грибан, О. В. Негодченко ; навч. посібник. – Дніпропетровський державний університет внутрішніх справ. – Київ : Центр навчальної літератури, 2009. – 280 с. – ISBN 978-966-364-832-3.

КУРИС ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, доктор технических. наук, ведущий научный сотрудник отдела теплофизических основ энергосберегающих технологий Института технической теплофизики НАНУ (Киев, Украина). E-mail: analytik@rambler.ru

ТАРАСОВ ВЯЧЕСЛАВ КИРИЛЛОВИЧ, кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной экологии и охраны труда, Запорожская государственная инженерная академия (Запорожье, Украина). E-mail: tvk1937@ukr.net

Матяшева ОКСАНА БОРИСОВНА, аспирант кафедры промышленной экологии и охраны труда, Запорожская государственная инженерная академия (Запорожье, Украина). E-mail: analytik@rambler.ru

БЕРЕНДА НАТАЛЬЯ ВЛАДИМИРОВНА, кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной экологии и охраны труда, Запорожская государственная инженерная академия (Запорожье, Украина). E-mail: berenda@ukr.net

тккалИч ИННА АЛЕКСАНДРОВНА, ассистент кафедры промышленной экологии и охраны труда, Запорожская государственная инженерная академия (Запорожье, Украина). E-mail: marksan99@ukr.net

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ НА ТРУДОСПОСОБНОСТЬ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

Исследованы параметры санитарно-гигиенических факторов производственной среды на рабочих местах постоянного или временного пребывания рабочих в процессе трудовой деятельности с компьютерной техникой. В качестве профилактики неблагоприятного влияния параметров микроклимата предложен комплекс защитных мероприятий для анализированных условий.

Ключевые слова: компьютерная техника, микроклимат рабочей зоны, системы кондиционирования, звукоизолирующие ограждения

KURIS YURIY, Doctor of Technical Sciences, Chief Scientist of Department of Thermophysical Bases of Energy-Saving Technologies, Institute of Technical Thermal Physics NASU (Kiev Ukraine). E-mail: analytik@rambler.ru

TARASOV VYACHE SLAV, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Department of Industrial Ecology and Labor Protection, Zaporizhska State Engineering Academy (Zaporizhia, Ukraine). E-mail: tvk1937@ukr.net

MATYASHEVA OKSANA, Postgraduate of Department of Industrial Ecology and Labor Protection, Zaporizhska State Engineering Academy (Zaporizhia, Ukraine). E-mail: aassuuss77@mail.ru

BERENDA NATALIA, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Department of Industrial Ecology and Labor Protection, Zaporizhska State Engineering Academy (Zaporizhia, Ukraine). E-mail: berenda@ukr.net

TKALICH INNA, asistent of Department of Industrial Ecology and Labor Protection, Zaporizhska State Engineering Academy (Zaporizhia, Ukraine). E-mail: marksan99@ukr.net

RESEARCH OF INFLUENCE OF HARMFUL FACTORS ON WORK CAPACITY OF AUXILIARY PERSONNEL OF COMPUTER TECHNIQUE

The parameters of sanitary-hygenic factors of productive environment are investigational on the workplaces of permanent or temporal stay of workers in the process of labour activity with a computer technique. As a prophylaxis of unfavorable influence of parameters of microclimate the complex of protective measures is offered for the analyzed conditions.

Keywords: computer technique, microclimate of working area, systems of conditioning, sound-proof protections

Стаття надійшла до редакції 21.04.2017 р.
Рецензент, проф. Г.Б. Кожемякін

Текст даної статті знаходиться на сайті ЗДІА в розділі Наука
<http://www.zgia.zp.ua>

Друкарська помилка!

На с. 70 збірника «Металургія», Вип. 1 (35), 2016 з вини редакції є помилка.
Насправді, формула (11) має вигляд:

$$V_{заз_2} = \frac{V}{\lambda} \cdot \left[1 + \frac{\alpha^2}{4} \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{2\beta} \right)^2 \cdot \left(\frac{R}{h_{вых}} - 0,5 \right) \right].$$