

УДК [613.645:628.98]: 628.9.03

**ФІЗІОЛОГО-ГІГІЄНИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА НА ТЕПЛОВИЙ СТАН, БІОЛОГІЧНИЙ ВІК ТА ЗДОРОВ'Я ОФІСНИХ ПРАЦІВНИКІВ****І.М. Чередніченко**, ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва Національної академії медичних наук України»

**Резюме.** У статті викладені результати санітарно-гігієнічних досліджень умов праці та анкетування офісних працівників, проведених на підприємствах м. Києва та Київської області. Встановлено, що головними несприятливими виробничими факторами, що впливають на офісних працівників, є мікроклімат та напруженість праці. При температурах повітря на робочих місцях вище 25°C спостерігається прискорення темпу старіння організму. Працюючі в умовах світлодіодного освітлення вказують на меншу сонливість в кінці зміни та оцінюють його як більш комфортне у порівнянні з люмінесцентним.

**Ключові слова:** умови праці, офісні працівники, мікроклімат, біологічний вік, тепловий стан, шум, світлодіодне освітлення, люмінесцентне освітлення.

**Вступ.** Офісна праця на даний час є одним з розповсюджених видів трудової діяльності сучасної людини [3, 5]. Виробнича діяльність офісних працівників супроводжується комбінованим впливом низки несприятливих фізичних факторів (нераціональне освітлення, мікроклімат, шум, інше), напруженості праці, що пов'язана із підвищеними сенсорно-інформаційними навантаженнями на орган зору людини [1, 4-6]. Особливе значення для збереження високого стану зорової та загальної працездатності людини має освітленість робочих місць та виробничого приміщення [7]. Створення раціонального та комфортного світлового середовища залежить від систем освітлення та застосованих в них джерел світла. Велике розповсюдження в останні роки отримали світлодіодні джерела світла з різними кольорними температурами [8, 9]. Ці напівпровідникові джерела світла мають високу енергоефективність, оскільки при малому споживанні енергії наділені можливістю виділяти випромінювання 90 – 100% у видимому діапазоні. Крім того, вони довговічні, зі сприятливим спектром випромінювання, не містять ртуті. Однак, до цього часу наукового обґрунтування гігієнічних вимог до систем та способів застосування світильників зі світлодіодними джерелами

світла в офісних приміщеннях з урахуванням їх кольірної температури та потужності світлового потоку не представлено, тому існує нагальна необхідність розробки таких рекомендацій та їх гігієнічного обґрунтування.

**Мета дослідження.** Провести санітарно-гігієнічні дослідження умов праці та анкетування офісних працівників з метою подальшого обґрунтування гігієнічних рекомендацій щодо покращення умов праці.

**Матеріали та методи дослідження.** Дослідження умов праці офісних працівників: параметрів мікроклімату виробничих приміщень (температура, відносна вологість, швидкість руху повітря), напруженість електричних і магнітних складових діапазону радіочастот, промислової частоти, освітленість, оцінювали у відповідності до вимог діючої нормативної документації. Санітарно-гігієнічні дослідження умов праці та анкетування офісних працівників проведено в теплий період та холодний період на підприємствах м. Києва та Київської області: ПАТ «Укртелеком», ПАТ «Укрсиббанк», ТОВ «Пластик-карта».

Вимірювання проводились за допомогою приладів: термометр кульовий ТЕНЗОР-41, анемометр TESTO 405-V1, термогігрометр TESTO 605-P1, фотометр цифровий ТЕС 0693, радіометр енергетичної освітленості РАТ-2П,

вимірювачі рівнів електромагнітних випромінювань ПЗ-31 та ПЗ-50, дозиметр енергетичної освітленості ТЕНЗОР 51, вимірювачі шуму «Октава-101» та ВШВ-003-М2 з М-101, ДН-3-М1, ДН-4-М1, секундомір СОПр-2а-2-010. Вимірювання та гігієнічна оцінка результатів вимірювань проведена відповідно до вимог державних Санітарних норм та правил: ДСН 239-96 „Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань”, ДСН 3.3.6.096-2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів», ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», ДСТУ Б В.2.2-6-97 «Методи вимірювання освітленості», ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення», «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» № 472/25249, затверджена Наказом МОЗ України № 248 від 08.04.2014.

З метою виявлення скарг на стан здоров'я, проведено анкетне опитування працюючих за

методичними підходами Health Habits and History Questionnaire (США) та ін. [10].

Поводилось дослідження біологічного віку (БВ) людини за Методичними рекомендаціями «Использование методики определения биологического возраста человека в донозологической диагностике» (Київ, МОЗ України, 1990) [2].

**Результати дослідження та їх обговорення.** Санітарно-гігієнічні вимірювання свідчать, що параметри мікроклімату на більшості робочих місць (80%) відносились до мікроклімату з ознаками нагрівального, та перевищенням нормативних значень температури на 0,5 - 5°C за ДСН 3.3.6.042-99. При цьому, температура повітря в середньому складала 23,5-28,0°C, відносна вологість – 23-30% (холодний період) та 41 -58% (теплий період), швидкість руху повітря складала до 0,2 м/с. За гігієнічною класифікацією праці (ГКП) умови праці відносяться до класу 2 – 3.1 за фактором мікроклімат.

В таблиці 1 представлено параметри мікроклімату на робочих місцях в холодний період (температура повітря, відносна вологість, швидкість руху повітря) та темп старіння співробітників ПАТ «Укрсиббанк» за даними обстеження 130 працюючих.

Таблиця 1

**Параметри мікроклімату на робочих місцях та темп старіння співробітників ПАТ «Укрсиббанк»**

Кількість обстеж., N	Вік, роки	Стаж, роки	Вага, кг	Зріст, см	Мікроклімат			Темп старіння, роки
					Температура повітря, °C	Відносна вологість	Рухливість повітря,	
29	28,0±1,0	6,2±0,9	64,5±3,0	171,6±1,8	26,0 – 26,9	25 - 40	<0,1	2,92±1,47*
60	31,6±1,1	8,7±0,8	64,8±1,7	169,0±1,1	25,0 -25,9	25 - 40	<0,1	2,48±0,98*
15	33,2±2,3	9,6± 1,9	62,5±3,2	168,2±1,5	24,0-24,9	25 - 45	<0,1	1,93±1,67
26	34,2±1,7	9,4±1,5	65,1±2,3	169,1±1,3	23,0-23,9	25 - 45	<0,1	0,89±1,19

Примітка: \*- p<0,05

Температура повітря в холодний період на даному підприємстві, на 80% робочих місць перевищує допустимі значення (ГДР 20

- 24°C) для легкої категорії робіт Іб. Як видно з приведених даних, при температурах повітря на робочих місцях вище 25°C,

спостерігається прискорення темпу старіння організму до  $2,48 \pm 0,98$  років і більше ( $p < 0,05$ ), що свідчить про необхідність нормалізації теплового середовища у офісних приміщеннях.

За даними дослідження кореляційного зв'язку між умовами праці та показниками функціонального стану організму людини встановлено, що темп старіння організму банківських працівників достовірно ( $p < 0,05$ ) корелює з температурою повітря у банківських приміщеннях ( $r = 0,76$ ).

В таблиці 2 наведено дані щодо шумового навантаження на робочих місцях основних професій ІТ фахівців ПАТ «Укртелеком».

Як видно з табл. 2, на робочих місцях інженера електрозв'язку, інженера електроніка та адміністратора систем еквівалентні рівні шуму складають  $54-59$  дБА<sub>екв</sub>, та максимальні рівні шуму (при телефонних розмовах)  $81-82$  дБА, що не перевищує гігієнічних нормативів за ДСН 3.3.6.037-99. Шум має широкополосний характер, непостійний, що коливається в часі. За ГКП такі умови праці за фактором шум відносяться до класу 2 - допустимі.

Таблиця 2

**Рівні шумового навантаження на робочих місцях ПАТ «Укртелеком»**

Професія	Вид діяльності	Еквівалентний рівень шуму, дБА <sub>екв</sub> .	Максимальний рівень шуму, дБА
Інженер електрозв'язку	Робота з ВДТ, принтер, факс, мовний зв'язок по телефону	59	82
Інженер-електронник		56	81
Адміністратор систем		54	81
ГДР за ДСН 3.3.6.037-99		65	110

Рівні електромагнітних полів (ЕМП) частотою 50 Гц становили по електричній складовій - до 24 В/м, по магнітній складовій – до 1,2 А/м. Вимірювання електромагнітних полів радіочастотного діапазону 2-400 кГц свідчать, що на відстані 30 см від екрану ВДТ, реєструються електричні поля з рівнями до 0,2-1,6 В/м та магнітні поля до 0,03 А/м. Параметри ЕМП не перевищують допустимих нормативів за ДСН 239-96 та ДСН 3.3.6.096-2002.

Щодо важкості та напруженості праці, робота офісних працівників має сидячий характер (85–95% тривалості зміни), з переважанням спостереження за екраном монітора, телефонних розмов, набору тексту на клавіатурі, в залежності від професії працівника. На окремих робочих місцях: змінних інженерів електрозв'язку, інженерів-електронників – тривалість робочої зміни 12 год. При цьому,

загальний час спостереження за екранами ВДТ (відеодисплейних терміналів) за зміну складає, в середньому, 56–85% від тривалості зміни. Робота характеризується підвищеною відповідальністю за якість роботи, в деяких випадках неправильно прийняті рішення можуть привести до зупинки технологічного процесу. Напруженість праці за показником сумарного часу спостереження за екранами ВДТ протягом робочого дня відноситься до класу 3.1–3.2 згідно ГКП.

У таблиці 3 приведена суб'єктивна оцінка систем освітлення на основі люмінесцентних та світлодіодних джерел світла на ТОВ «Пластик-карта» (м. Вишгород, Київська обл.). Рівні штучної освітленості на робочих місцях склали 300 – 350 лк і є достатніми для виконання робіт середньої точності за вимогами діючих ДБН В.2.5-28:2018.

**Суб'єктивні показники оцінки якості освітлення на основі люмінесцентних та світлодіодних джерел світла (N=36)**

Показник	Система освітлення	
	Люмінесцентні лампи	Світлодіодні лампи
Оцінка комфортності світлового середовища, бали	3,20±0,18	3,00±0,22
Оцінка ступеню напруженості зорових робіт, бали	3,8±0,17	3,90±0,24
Психологічне сприйняття спектру освітлення (теплий-холодний), бали	2,20±0,18	2,6±0,23
Суб'єктивне відношення до спектру освітлення (позитивне-негативне)	3,60±0,22	2,90±0,21
Оцінка самопочуття, бали	2,8±0,33	2,30±0,22
Оцінка по шкалі бадьорість-сонливість, бали		
- початок зміни (денна)	3,2±0,43	4,85±0,35*
- кінець зміни (денна)	5,2±0,45*	5,77±0,28

Примітка: \*-  $p < 0,05$

З даних таблиці 3 видно, що при суб'єктивній оцінці світлового середовища на робочих місцях, яке створюється люмінесцентними або світлодіодними джерелами світла працюючі не висловлюють достовірної різниці за такими суб'єктивними показниками: комфортність світлового середовища, ступінь напруженості зорових робіт, психологічне сприйняття спектру освітлення (теплий-холодний), самопочуття в балах ( $p > 0,05$ ).

За опитувальником Karolinska Sleepness Scale (KSS), який оцінює за 9-ти бальною шкалою суб'єктивні відчуття «бадьорість/сонливість», спостерігали зменшення рівня бадьорості та збільшення рівня сонливості в кінці денної робочої зміни при люмінесцентному освітленні ( $p < 0,05$ ), що свідчило про розвиток втоми та негативні зміни у психоемоційному стані працюючих. В групі з люмінесцентним освітленням на початку зміни рівень бадьорості (3,2±0,43 бали) був достовірно більшим ніж в групі зі світлодіодним освітленням (4,85±0,35) бали, в кінці зміни ця різниця зникла ( $p > 0,05$ ).

Щодо суб'єктивних показників умов праці, як свідчать дані анкетного опитування банківських працівників, найчастіше висловлюються скарги на мікроклімат (взагалі) – 64,1±3,6 % опитаних (табл. 4).

На другому місці за частотою – скарги на шум – 44,0±3,7 скарг на 100 респондентів, на освітленість висловлюється 20,7±3,0 скарг, на незручну робочу позу та напруженість праці – 0,5±0,5 скарг на 100 опитаних. Одержані дані щодо кількості скарг підтверджують результати санітарно-гігієнічних досліджень, за якими мікроклімат є найбільш несприятливим фактором виробничого середовища.

Деяко несподіваними є результати щодо великої кількості скарг (44,0±3,7 на 100 опитаних) на шум, рівні якого не перевищують нормативних значень, що потребує подальших досліджень. З погляду на те, що параметри шумового навантаження не перевищують санітарно-гігієнічних норм (ГДР 65 дБА<sub>екв</sub>), даний факт має бути предметом подальших досліджень, щодо впливу малих рівнів даного чинника на працюючих, його драгуючої та заважаючої дії.

Таблиця 4

**Скарги на умови праці співробітників ПАТ «УкрСиббанк»**

ФАКТОР	Скарги на умови праці (N=130)	Кількість скарг на 100 працюючих, (X±m)
Мікроклімат	Несприятливий мікроклімат (взагалі)	64,1±3,6
	Сухість повітря	33,2±3,5
	Висока вологість повітря	3,8±1,5
	Підвищена температура повітря (жарко)	17,4±2,8
	Духота	7,1±1,9
	Знижена температура повітря	2,2±1,1
	Недостатня рухливість повітря	21,7±3,1
	Протяги	1,1±0,8
Шум	Наявність теплового випромінювання	4,3±1,5
	Підвищений шум на робочих місцях (взагалі)	44,0±3,7
	Шум від систем вентиляції та кондиціонування	5,4±1,7
Освітленість	Голосні розмови колег	2,2±1,1
	Освітленість (взагалі)	20,7±3,0
	Недостатність природного освітлення	13,0±2,5
	Недостатність місцевого освітлення	2,2±1,1
	Занадто багато освітлення	1,1±0,8
Незручна робоча поза	0,5±0,5	0,5±0,5
Напруженість праці	0,5±0,5	0,5±0,5

Несподівано малою є кількість скарг (0,5±0,5) на напруженість праці у порівнянні з гігієнічною оцінкою праці цього чинника (кл. 3.1-3.2), що може бути пов'язано із тим, що цей чинник сприймається як робота, яку необхідно виконувати і до якої є певне «звикання» працюючих.

Слід зазначити, що банківські працівники є особами, які активно цікавляться своїми умовами праці та можливими професійними ризиками своєму здоров'ю. В табл. 5 приведено рекомендації офісних працівників щодо покращення умов праці.

Таблиця 5

**Рекомендації банківських працівників щодо покращення умов праці**

Рекомендації працюючих	Кількість рекомендацій на 100 працюючих, (X±m)
Всього висловили рекомендації	44,6±3,7
Зволоження приміщення	12,0±2,4
Покращення системи вентиляції	11,4±2,4
Частіше провітрювання приміщень	9,8±2,2
Шумоізоляція	4,3±1,5
Зменшити кількість людей у приміщенні	4,3±1,5
Заміна меблів на більш ергономічні	2,2±1,1
Прибрати або замінити ковровлін	2,2±1,1
Додаткове освітлення	1,6±1,1

Всього висловлюють рекомендації 44,6±3,7 осіб на 100 працюючих, які прагнуть поліпшити умови праці. Стосовно зволоження приміщень висловлюють пропозиції – 12,0±2,4 %

опитаних, покращення системи вентиляції – 11,4±2,4 %, частіше провітрювання приміщень – 9,8±2,2%, шумоізоляція та зменшення кількості людей у приміщенні – по 4,3±1,5%.

Серед скарг на стан здоров'я офісні працівники найчастіше висловлювали скарги на орган зору –  $53,3 \pm 3,7$  на 100 опитаних (табл. 6).

Таблиця 6

**Скарги на орган зору офісних працівників**

Скарги працюючих	Кількість скарг на 100 працюючих, ( $X \pm m$ )
Всього висловили скарги	$53,3 \pm 3,7$
Періодичні болі в надбрівній та заокулярній ділянці, розмитість об'єктів в полі зору при напружених зорових роботах	$37,0 \pm 3,5$
Носять окуляри	$22,3 \pm 3,1$
Часті кон'юктивіти, блефарити	$3,8 \pm 1,5$

Скарги на періодичні болі в надбрівній та заокулярній ділянці, розмитість об'єктів в полі зору при напружених зорових роботах мали  $37,0 \pm 3,5$  респондентів зі 100 працюючих, користувалися окулярами –  $22,3 \pm 3,1\%$  опитаних.

У таблиці 7 представлено узагальнені дані анкетного опитування щодо суб'єктивної оцінки світлового та теплового середовища працюючими при люмінесцентному ( $N=47$ ) та світлодіодному освітленні ( $N=55$ ). Колірна

температура джерел світла складала  $4000 \text{ }^\circ\text{K}$  (нейтральне біле світло) при однаковій потужності. Оцінка проводилась за шкалою сонливість-батьорість (ШС-Б), показниками: ОКО - оцінка ступеню комфортності освітлення, ОСЗР - оцінка ступеню важкості зорової роботи, спектр - психологічна оцінка спектру освітлення, СОС - суб'єктивне відношення до спектру освітлення, ОСП – оцінка самопочуття.

Таблиця 7

**Суб'єктивні оцінки штучного світлового та теплового середовища працюючими при люмінесцентному та світлодіодному освітленні  $4000 \text{ }^\circ\text{K}$ .**

Математичний параметр	Вік працюючих	Суб'єктивні оцінки світлового та теплового середовища працюючими, бали								Штучне освітлення, лк
		Оцінка теплового середовища	ШС-Б (9-00)	ШС-Б (18-00)	ОКО	ОСЗР	Спектр	СОС	ОСП	
<i>люмінесцентне освітлення (N=55)</i>										
$X_{сер.}$	30,5	3,78	4,07	5,25*	3,43*	3,00	2,64	3,57	3,00	298
$\pm\sigma$	6,49	1,72	1,07	0,89	1,09	1,24	0,63	1,16	0,68	23,2
$\pm m$	0,95	0,26	0,17	0,14	0,18	0,11	0,14	0,27	0,13	3,44
<i>світлодіодне освітлення (N=47)</i>										
$X_{сер.}$	31,67	4,02	3,40	3,81*	3,98	3,03	3,57*	4,46*	3,25	431
$\pm\sigma$	5,71	0,463	1,00	1,29	0,89	0,79	0,71	1,05	0,768	34,5
$\pm m$	0,79	0,06	0,14	0,17	0,12	0,11	0,10	0,14	0,11	4,71

**Примітка:** \* - різниця достовірна у порівнянні між групами ( $p < 0,05$ )

Як видно з табл. 7 спостерігається достовірна різниця ( $p < 0,05$ ) між функціональним станом організму працюючих в умовах люмінесцентного та світлодіодного

освітлення по опитувальнику KSS. При цьому, працюючі в умовах світлодіодного освітлення вказують на менший рівень сонливості в кінці зміни –  $3,81 \pm 0,17$  бали у порівнянні з працюючими в умовах люмінесцентного освітлення  $5,25 \pm 0,14$  бали. Також, світлодіодне освітлення з середніми рівнями освітленості  $431 \pm 4,71$  лк оцінюється як більш комфортне ( $3,98 \pm 0,12$  бали) у порівнянні з люмінесцентним ( $3,43 \pm 0,18$  бали). За оцінкою самопочуття достовірної різниці в обох групах не виявлено ( $p > 0,05$ ).

У працюючих при світлодіодному освітленні різниця між показниками сонливості-бадьорості на початок зміни (9-00) та її кінець (18-00) складає 0,41 бал; при цьому, довірчий коефіцієнт  $t_p$  дорівнює 1,86, що свідчить про наявність тенденції ( $p < 0,1$ ) до зниження рівня бадьорості працюючих та розвитку втоми. Ця залежність має характер достовірної в групі працюючих при люмінесцентному освітленні ( $p < 0,05$ ).

При цьому, працюючі в умовах світлодіодного освітлення почувають себе на 37 % більш бадьорими за шкалою опитувальника KSS, а спектр освітлення сприяє підвищенню позитивного настрою на 14% за 5-бальною оригінальною шкалою.

### Висновки

1. Головними несприятливими виробничими факторами, що впливають на офісних працівників є мікроклімат – за

### Література

1. Smith A., McNamara R., Wellens B. Combined effects of occupational health hazards. Research report № 287: HSE Books, 2004. 182 p.
2. Использование методики определения биологического возраста человека в донозологической диагностике: метод. рекомендации. – К.: МОЗ Украины, 1990. – 14 с.
3. Статистичний збірник «Праця України у 2015 році» / Державна служба статистики України, Київ. 2015. 323 с.
4. Нужида А.А., Синева Е.Л. Особенности психоэмоционального статуса и течения артериальной гипертензии у

параметром підвищеної температури повітря (кл. 2–3.1) та напруженість праці за показником сумарного часу спостереження за екранами ВДТ протягом робочого дня (кл. 3.1–3.2).

2. При температурах повітря на робочих місцях вище  $25^{\circ}\text{C}$  спостерігається прискорення темпу старіння організму до  $2,48 \pm 0,98$  років і більше ( $p < 0,05$ ), що свідчить про необхідність нормалізації теплового середовища у офісних приміщеннях.

3. Системи штучного освітлення використовують, головним чином, люмінесцентні лампи і сплановані таким чином, що рівні штучної освітленості на робочих місцях складають 300 – 350 лк і є достатніми для виконання робіт середньої точності за вимогами діючих ДБН В.2.5-28:2018.

4. Працюючі в умовах світлодіодного освітлення вказують на меншу сонливість в кінці зміни у порівнянні з працюючими в умовах люмінесцентного освітлення та оцінюють світлодіодне освітлення з середніми рівнями освітленості як більш комфортне та таке, що сприяє позитивному настрою.

5. Результати санітарно-гігієнічних досліджень свідчать про необхідність впровадження відповідних інженерно-технічних заходів з нормалізації мікрокліматичних умов, проведення комплексу заходів щодо раціоналізації вентиляції, вдосконалення режиму праці з комп'ютерною технікою і т.і.

работников умственного труда. Мед. труда и промышленная экология. 2008. № 4. С. 8–27.

5. Назаренко В.І., Мартиросова В.Г., Терещенко П.С., Никифорок О.І. Актуальные вопросы гигиены труда в современных офисах. Здоров'я працюючих: мат. наук.–практ. конф., м. Донецьк, 11–12 лист. 2010 р. Донецьк: Норд Комп. 2010. С. 245–246.

6. Aaras A., Horgen G., Ro O. Work with visual display unit: Health consequences. International Journal of Human Computer Interaction. 2000. Vol.12. P. 107–134.

7. Lee J.-H. Analysis of Occupational Visual Perception to Refine Indoor Lighting Environment for Office Tasks. *Energies*. 2014. No 7. P. 4116 -4139.

8. Вимоги до світлодіодних світлотехнічних пристроїв та електричних ламп, що використовуються в мережах змінного струму з метою освітлення [Електронний ресурс]: Постанова КМУ від 15 жовтня 2012 р. № 992 // Верховна Рада України: офіц. веб-портал. Нормативно-правова база України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/992-2012%D0%BF> (дата звернення 05.07.2017 р.).

9. Кожушко Г.М., Басова Ю.О., Губа Л.М. Розвиток системи технічного регулювання – шлях підвищення енергоекономічності та якості світлотехнічної продукції. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2015. № 1 (73). С. 88–97.

10. Health habits and history questionnaire (Medical information, Occupational information). Ed. by Departments Health & Human Pub. Health Services. USA, Version 02.1, March, 1987: GEN. ALL. YR2, 1987. p. 6A-1-6A-10.