

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Кафедра «БЖД та фізичного виховання»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичного заняття № 10

за темою: **«ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ
МІКРОКЛІМАТУ НА ПРАЦІВНИКІВ»**

з дисципліни *«Соціальна та екологічна безпека життєдіяльності»*

(для студентів усіх напрямків підготовки
усіх форм навчання)

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри
«БЖД та ФВ»
Протокол № 1 від_29.08.2019_

Київ 2019

Тема: «Дослідження та оцінка впливу параметрів мікроклімату на організм працівників»

Мета: Вивчити і засвоїти методику вимірювання та оцінки параметрів мікроклімату на робочих місцях в повітрі робочої зони виробничого приміщення, співставити отримані результати з діючими санітарними нормами, дати характеристику умов праці та розробити профілактичні заходи щодо зменшення несприятливого впливу цих факторів на працівників.

I. Теоретична частина

Суттєвий вплив на стан організму людини, її працездатність надає *мікроклімат* (метеорологічні умови) у виробничих приміщеннях, під яким розуміють клімат внутрішнього середовища цих приміщень. Мікроклімат визначається діючими на організм людини поєднаннями *температури, відносної вологості, швидкості руху повітря та теплового випромінювання нагрітих поверхонь*.

Мікроклімат значною мірою залежить від метеорологічних або кліматичних погодних умов даного регіону, а при певних видах робіт (на відкритому повітрі) може бути повністю зумовлений ними. Крім того, мікроклімат виробничих приміщень залежить від характеру технологічного процесу, умов повітрообміну та інших факторів.

Мікроклімат виробничих приміщень, в основному, впливає на тепловий стан організму людини та його теплообмін з навколишнім середовищем. Не зважаючи на те, що параметри мікроклімату виробничих приміщень можуть значно коливатися, температура тіла людини залишається постійною ($36,6^{\circ}\text{C}$). Властивість людського організму підтримувати тепловий баланс називається *терморегуляцією*. Нормальне протікання фізіологічних процесів в організмі можливе лише тоді, коли тепло, що виділяється організмом, безперервно відводиться в оточуюче середовище. Кількість тепла, що виділяється людиною, головним чином, залежить від ступеня важкості роботи, що виконується та температурного режиму в приміщенні.

Віддача теплоти організмом людини в зовнішнє середовище відбувається трьома основними способами (шляхами): *конвекцією, випромінюванням і випаровуванням*. При високій температурі та вологості відбувається перегрів тіла, що загрожує тепловим ударом. При низькій температурі відбувається переохолодження організму, що призводить при комплексному впливі до патологічних змін у вигляді професійних захворювань (гіпо- або гіпертермія, тепловий шок, судова хвороба, сонячний удар, катаракта, облітеруючий ендартеріт тощо). Параметри мікроклімату мають також істо-

тний вплив на продуктивність праці та травматизм.

Основним нормативним документом, який визначає параметри мікроклімату виробничих приміщень є ДСН 3.3.6.042-99 (Допустимі санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень). Вказані параметри нормуються для *робочої зони* – простору, обмеженого по висоті 2 метрами над рівнем підлоги або майданчика, на яких знаходяться робочі місця постійного або тимчасового перебування працівників.

Для робочої зони виробничих приміщень згідно санітарним нормам встановлюються оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови залежно від періоду року, теплової характеристики виробничого приміщення та категорії робіт по ступеню важкості праці.

Оптимальні мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні теплові відчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності. Допустимі параметри мікроклімату встановлюються у випадках, коли по технологічних вимогах, технічних і економічних причинах не забезпечуються оптимальні норми.

Основні параметри мікроклімату – температура, вологість, швидкість руху повітря та барометричний тиск.

Види вологості – абсолютна, максимальна та відносна. Абсолютна вологість (**A**) – вміст водяної пари в грамах у 1 м³ повітря при даній температурі. Максимальна вологість (**F**) – кількість водяної пари в грамах, що насичує 1 м³ повітря при даній температурі. Відносна вологість (**Ф**) – відношення абсолютної вологості повітря до максимальної, виражене у відсотках.

Для профілактики несприятливої дії виробничого мікроклімату на організм людини необхідно навчитися:

1) вимірювати температуру, вологість та швидкість руху повітря, а також інтенсивність інфрачервоного випромінювання;

2) виконувати оцінку ступеню та характеру впливу чинників на підставі аналізу фактичних та нормативних значень параметрів мікроклімату з

використанням нормативного документу ДСН 3.3.6.042 - 99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», тобто давати гігієнічну оцінку мікрокліматичних умов на виробництві;

- 3) прогнозувати дію мікроклімату на організм працівника;
- 4) розробляти профілактичні заходи захисту.

1. Прилади та методи визначення параметрів мікроклімату виробничих приміщень.

Виробниче приміщення – замкнутий простір в спеціально призначених будинках та спорудах, в яких постійно (по змінах) або періодично (протягом частини робочого дня) здійснюється трудова діяльність людей.

Робоча зона – це простір, в якому знаходяться робочі місця постійного або непостійного (тимчасового) перебування працюючого в процесі трудової діяльності.

Вимірювання та розрахунки температурно-вологісного режиму робочої зони

Для повної характеристики температурно-вологісного режиму виробничих приміщень заміри температури проводяться на висоті 0,5 - 1,0 м від підлоги – при роботі сидячи, 1,5 м від підлоги – при роботі стоячи. Застосовують прилади, які засновані на психрометричних принципах (рис. 1). Істотним недоліком психрометра Августа є його залежність від швидкості руху повітря, яка впливає на інтенсивність випаровування, а значить і на охолодження вологого термометра приладу.

У психрометра Ассмана (рис. 2 б) цей недолік ліквідовано за рахунок вентилятора, який створює біля резервуарів термометрів постійну швидкість руху повітря 4 м/сек., а тому його показники не залежать від цієї швидкості в приміщенні чи за її межами. Крім цього, резервуари термометрів цього психрометра захищені від радіаційного тепла за рахунок віддзеркалюючих циліндрів навколо резервуарів психрометра. Цей прилад використовують для визначення **температури та вологості повітря** у виробничих приміщеннях. Перед вимірюванням один з термометрів психрометра (огорнутий тканиною) змочують дистильованою водою за допомогою прикладеної до приладу піпетки. Заводять пружину психрометра, або вмикають в розетку електропровід психрометра з електровентилятором, після чого психрометр підвішують на штатив в точці виміру та через 8-10 хвилин знімають показники «сухого» (t_c) та «вологого» (t_b) термометрів.

Можливе використання тижневих і добових термографів і гігрографів (рис. 2).

Температура поверхонь огорожуючих конструкцій (стін, стелі, під-

логи) або обладнання (екранів та ін.), зовнішніх поверхонь технологічного устаткування вимірюються приладами, що діють за принципом термоелектричного ефекту (рис. 3).

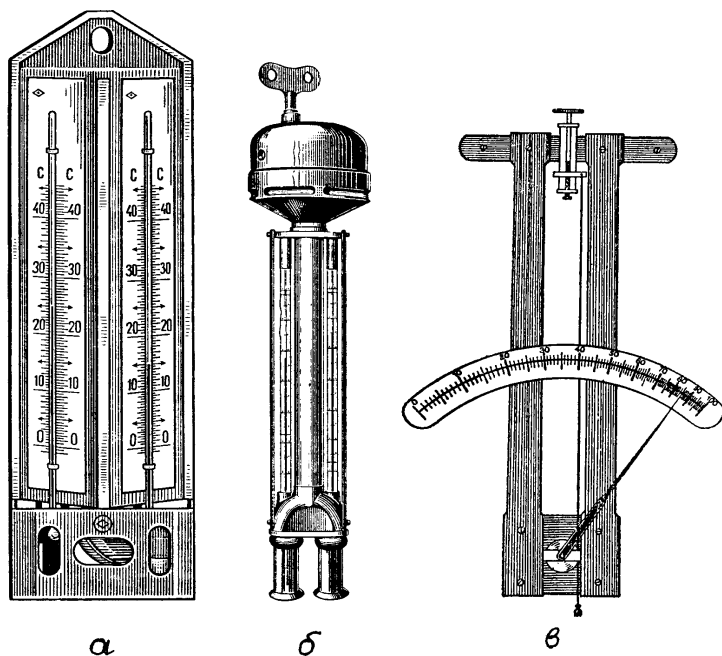
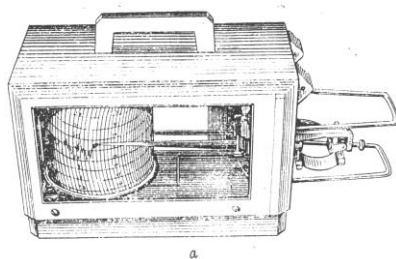


Рис. 1. Прилади для визначення вологості повітря
(а - психрометр Августа; б – психрометр Ассмана; в – гігрометр)



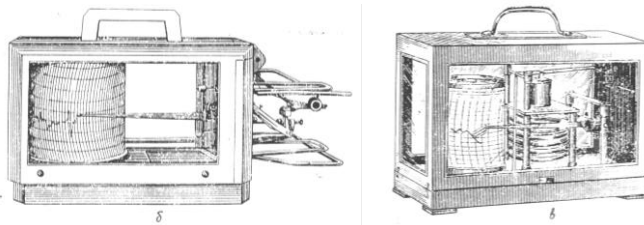


Рис. 2. Самозаписуючі метеорологічні прилади.
(а – термограф; б – гігрограф; в – барограф.)

Для визначення відносної вологості повітря використовують також волосяні, або мембранні гігрометри, які показують безпосередньо значення вологості. Принцип роботи гігрометрів оснований на подовженні знежиреної волосини чи послабленні мембрани при їх зволоженні та навпаки – при висиханні (рис. 2-в).

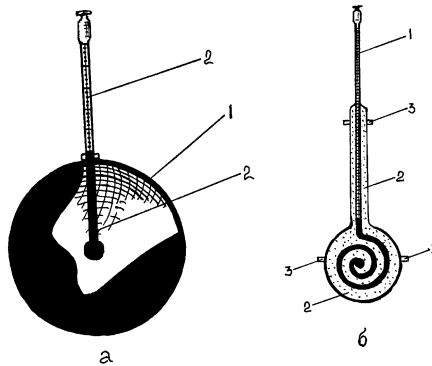


Рис. 3. Термометри для вимірювання радіаційної температури:
а – Кульовий чорний термометр в розрізі (1 – куля діаметром 15 см, покрита матовою чорною фарбою; 2 – термометр з резервуаром в центрі кулі); б – Пристінний термометр з плоским спіральним вигнутим резервуаром (1 – термометр; 2 – базова обкладинка (поролон); 3 – клейка стрічка)

Прилад комбінованої дії – електротермоанемометр зображено на малюнку 4.

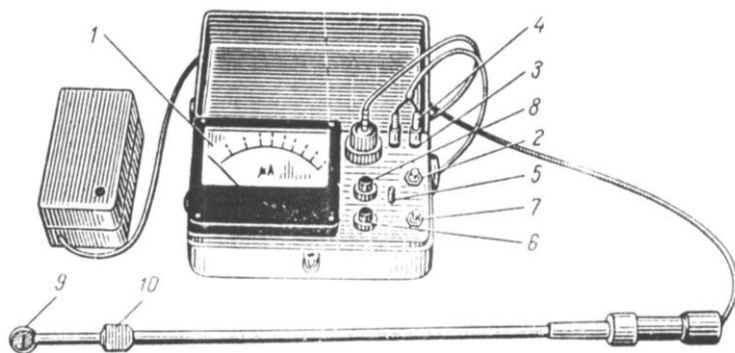


Рис. 4. Електротермоанемометр (1 – гальванометр; 2 – перемикач живлення; 3 – клеми для підключення до мережі; 4 – вилка датчика; 5 – перемикач для визначення температури або швидкості руху повітря; 6 – перемикач «вимірювання – контроль»; 7 – ручка регулювання напруги; 8 – датчик (мікро-термоопір); 9 – захисний футляр датчика.)

Для розрахунку вологості, необхідні дані атмосферного тиску. Атмосферний тиск визначається за допомогою барометра-анероїда, шкала якого градуйована в мм рт.ст. (рис. 5), або в кілопаскалях.

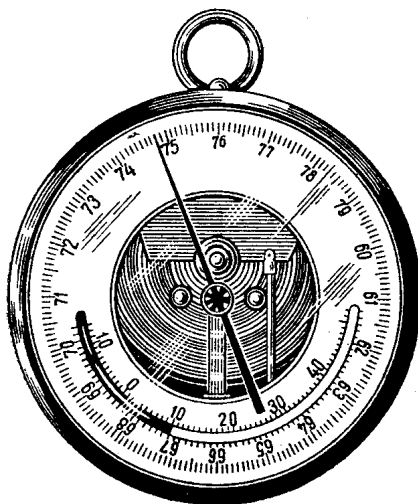


Рис. 5. Барометр-анероїд

Високі рівні **інфрачервоного випромінювання** в гарячих цехах підприємств вимірюють за допомогою актинометрів (рис. 6).

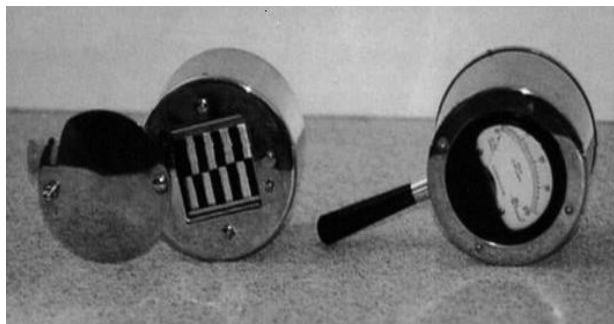


Рис. 6. Актинометр «ЛІОТ»

Актинометр має таку будову: алюмінієва пластина, що має в шаховому порядку почорніння; термопари, приєднані до гальванометра. Вимір щільності потоку випромінювання виражають в $\text{мккал}/\text{см}^2 \cdot \text{хв}$.

Швидкість руху повітря робочої зони (а також руху повітря у вентиляційних отворах) визначають за допомогою **анемометрів**: чашкового (при швидкостях від 1 до 50 м/с) і крильчастого (0,5 – 10 м/с) (рис. 7). Робота вертикально встановленого чашкового анемометра не залежить від напрямку вітру; крильчастий анемометр потрібно чітко орієнтувати віссю на напрям вітру.

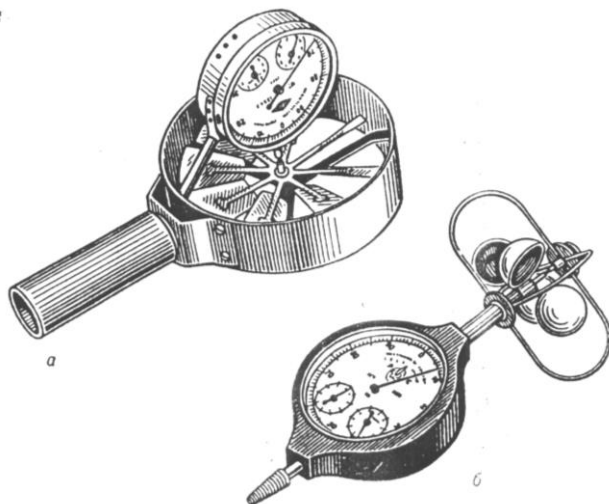


Рис. 7. Анемометри (а – крильчастий; б – чашковий)

Для визначення швидкості руху повітря спочатку записують вихідні показники циферблатів лічильника (тисячі, сотні, десятки та одиниці), відключивши його від турбінки, виставляють анемометр у місці дослідження (наприклад, в створі відкритого вікна, вентиляційного отвору, надворі).

Через 1–2 хв. холостого обертання вмикають одночасно лічильник обертів і секундомір. Через 10 хв. лічильник відключають, знімають нові показники циферблатів і розраховують швидкість обертання крильчатки (кількість поділок шкали за секунду – А):

$$A = \frac{N_2 - N_1}{t}, \quad (1)$$

де: N_1 – показання шкали приладу до вимірювання;

N_2 – показання шкали приладу після вимірювання;

t – термін вимірювання в секундах.

За значенням «А» поділок/сек. на графіку (у кожного анемометра є свій індивідуальний графік згідно заводського номера приладу, що додається до анемометра), знаходять швидкість руху повітря в м/сек.

Для цього по графіку анемометра на осі абсцис знаходять відмітку, відповідну швидкості обертання в об/с, піднімають перпендикуляр до косої лінії графіка, а звідси вліво на осі ординат знаходять значення швидкості руху повітря в м/с.

Малі величини швидкості руху повітря (менше 0,3 м/с), особливо при наявності різноспрямованих потоків вимірюються **кататермометром**. Прилад представляє собою спиртовий термометр з циліндричним або кульовим резервуаром. Шкала циліндричного кататермометра градуйована в межах від 35 до 38° С, кульового – від 33 до 40°С (рис. 8).

Принцип роботи кататермометра полягає в тому, що попередньо нагрітий, він втрачає тепло не лише під дією температури повітря та радіаційної температури, але і під дією руху повітря, пропорційно його швидкості.

Кататермометр призначений для визначення охолоджуючої здатності повітря, на підставі якої і розраховується швидкість руху повітря. Знаючи цю величину охолодження кататермометра та температуру навколишнього повітря, по емпіричних формулах і за таблицями можна визначити швидкість руху повітря.

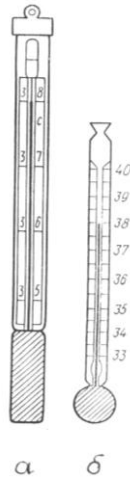


Рис.8. Кататермометр (а – циліндричний (Хілла); б – кульовий)

Кульовий кататермометр занурюють в посудину з гарячою водою при температурі останньої $65 - 70^{\circ}\text{C}$ до тих пір, поки зафарбований спирт не заповнить на $1/2-1/3$ об'єм верхнього резервуару. Після цього кататермометр насухо витирають і підвішують на штатив в центрі приміщення (або в іншому місці, де необхідно визначити швидкість руху повітря). При визначенні у відкритій атмосфері кататермометр захищають від впливу променевої енергії Сонця. Далі за допомогою секундоміра визначають час в секундах, за який стовпчик опустився від T_1 до T_2 . Інтервали охолодження кататермометра можна брати від 40° до 33° , тобто такий інтервал, щоб частка

від ділення суми $\frac{T_1 + T_2}{2}$ дорівнювала $36,5^{\circ}$.

Величину охолодження циліндричного кататермометра та кульового з інтервалом $38 - 35^{\circ}$ знаходять за формулою:

$$H = \frac{F}{a} \cdot \text{мкал/см}^2 \cdot \text{с}, \quad (2)$$

де: H – охолоджуюча здатність повітря в $\text{мкал/см}^2 \cdot \text{с}$;

F – фактор кататермометра – постійна величина, нанесена на тильній стороні шкали, яка показує кількість тепла, втраченого з 1 см^2 поверхні резервуару приладу за час його охолодження з 38°C до 35°C і дорівнює більше 600 мкал/см^2 (у кульового кататермометра старих випусків – при

оохолодженні на 1° і знаходиться в межах $200 - 250$ мкал/см²);

а – термін в секундах, протягом якого кататермометр оохолоджується з 38° до 35° .

Для визначення швидкостей руху повітря менше 1 м/с застосовують формулу:

$$V = \left(\frac{\frac{H}{Q} - 0,20}{0,40} \right)^2, \quad (3)$$

а для визначення швидкостей більше 1 м/с – формулу:

$$V = \left(\frac{\frac{H}{Q} - 0,13}{0,47} \right)^2, \quad (4)$$

де: V – швидкість руху повітря (м/с);

H – оохолоджуюча здатність повітря;

Q – $(36,5 - t^{\circ}$ повітря) – різниця між середньою температурою тіла $36,5^{\circ}$ та температурою навколишнього середовища;

$0,20$ і $0,40$ – емпіричні коефіцієнти;

$0,13$ і $0,47$ – емпіричні коефіцієнти.

Абсолютну вологість повітря розраховують за формулою Шпрунга:

$$A = f - 0,5 \cdot (t_{сф} - t_{вф}) \cdot \frac{B}{760} \quad (5)$$

де A – абсолютна вологість повітря, г/м³;

f – максимальний тиск водяної пари при температурі «вологого» термометра (знаходять в таблиці насичених водяних парів, табл. 1);

$0,5$ – постійний психрометричний коефіцієнт;

$t_{сф}$ – температура «сухого» термометра;

$t_{вф}$ – температура «вологого» термометра;

$B_{ф}$ – барометричний тиск в момент визначення, мм рт. ст.

Відносну вологість (ϕ) визначають за формулою:

$$\phi = \frac{A}{F} \cdot 100\%, \quad (6)$$

де: ϕ – відносна вологість, %;

A – абсолютна вологість, г/м³;

F – максимальна вологість при температурі «сухого» термометра, г/м³ (табл. 1).

Таблиця 1

$t^{\circ}\text{C}$	F або f	$t^{\circ}\text{C}$	F або f	$t^{\circ}\text{C}$	F або f	$t^{\circ}\text{C}$	F або f
7	7,51	13	11,23	19	16,48	25	23,76
8	8,04	14	11,99	20	17,54	26	25,91
9	8,61	15	12,79	21	18,65	27	26,74
10	9,21	16	13,63	22	19,83	28	30,04
11	9,84	17	14,53	23	21,07	29	31,04
12	10,52	18	15,48	24	22,38	30	31,82

2. Гігієнічна оцінка виробничого мікроклімату.

Фактичні рівні мікрокліматичних умов (температура, відносна вологість, швидкість руху повітря, температура поверхні, інтенсивність інфрачервоного випромінювання) порівнюються з нормативними рівнями та дається оцінка їх шкідливості або небезпечності для працівників.

За ступенем впливу на тепловий стан людини мікрокліматичні умови поділяють на **оптимальні** та **допустимі** (табл. 2), що встановлюються з урахуванням важкості виконуваної роботи (категорії робіт) та періоду року.

Категорія робіт (табл. 3) – розмежування робіт за важкістю на основі загальних енерговитрат організму (легкі - Ia, Ib, середньої важкості – Па, Пб та важкі - III).

Гігієнічна класифікація праці за **показниками шкідливості та небезпечності** мікрокліматичних умов виробничого середовища розглядається в табл. 4.

Оптимальними називають такі параметри мікроклімату, які при тривалій і систематичній дії на людину забезпечують збереження нормального теплового стану організму без напруження механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту і створюють умови для високого рівня працездатності людини.

Оптимальні умови мікроклімату встановлюються для постійних робочих місць (працюючий знаходиться понад 50% робочого часу або більше 2-х годин безперервно).

При виконанні робіт операторського типу, пов'язаних з нервово-емоційним напруженням в кабінетах, пультах і постах керування технологічними процесами, в залах обчислювальної техніки та інших приміщеннях повинні дотримуватися оптимальні умови мікроклімату (температура повітря 22 – 24 °С, відносна вологість 60-40 %, швидкість руху повітря не більш 0,1 м/с.

Допустимі мікрокліматичні умови - поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні теплові відчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Таблиця 2

Оптимальні та допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень (ДСН 3.3.6.042-99)

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С		Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		оптимальні	допустимі	оптимальні	допустимі	оптимальні	допустимі
Холодний період року $t_{\text{зовн.}} < +10^{\circ}\text{C}$	легка Іа	22-24	21-25	40-60	Не більше 75	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$
	легка Іб	21-23	20-24	40-60	75	$\leq 0,1$	$\leq 0,2$
	середня Іа	19-21	15-24	40-60	75	$\leq 0,2$	$\leq 0,3$
	середня Іб	17-19	13-23	40-60	75	$\leq 0,2$	$\leq 0,4$
	важка ІІІ	16-18	12-20	40-60	75	$\leq 0,3$	$\leq 0,5$
Теплий період року $t_{\text{зовн.}} \geq +10^{\circ}\text{C}$	легка Іа	23-25	22-28	40-60	55 при 28 °С	$\leq 0,1$	0,1-0,2
	легка Іб	22-24	21-28	40-60	60 при 27 °С	$\leq 0,2$	0,1-0,3
	середня Іа	21-23	17-29	40-60	65 при 26 °С	$\leq 0,3$	0,2-0,4
	середня Іб	20-22	15-29	40-60	70 при 25 °С	$\leq 0,3$	0,2-0,5
	важка ІІІ	18-20	13-28	40-60	75 при 24 °С	$\leq 0,4$	0,5-0,6
					та нижче		

Примітка: Для більшості регіонів України середньодобова температура повітря зовнішнього середовища вище $+10^{\circ}\text{C}$ знаходиться в період між 15 квітня та 15 жовтня, з 15 жовтня до 15 квітня ця температура становить $+10^{\circ}\text{C}$ і нижче.

Допустимі параметри мікрокліматичних умов встановлюються у випадках, коли на робочих місцях не можна забезпечити оптимальні величини мікроклімату за технологічними вимогами виробництва, технічною недосяжністю та економічно обґрунтованою недоцільністю. Величини показників, які характеризують допустимі мікрокліматичні умови, встановлюються для постійних і непостійних робочих

місць. В останньому випадку – працюючий знаходиться менше 50% робочого часу або менше 2-х годин безперервно.

Температура внутрішніх поверхонь приміщень (стіни, підлога, стеля), а також температура зовнішніх поверхонь технологічного устаткування або його захисних обладнань (екранів і ін.) не повинна виходити за межі допустимих величин температури повітря для даної категорії робіт.

Таблиця 3

Категорії робіт за ступенем важкості

Категорія робіт	Характеристика роботи	Енерговитрати робітника, (ккал)
Ia	Робота, що виконується сидячи	(90-120)
Iб	Робота, що виконується сидячи і стоячи, але не вимагає систематичних фізичних навантажень або переміщення предметів	(121-150)
IIa	Робота, пов'язана з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи, що потребує певного фізичного напруження	(151-200)
IIб	Робота, що виконується стоячи, пов'язана з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів, та супроводжується помірним фізичним напруженням	(201-250)
III	Робота, пов'язана з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль	(251-300)

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляція від зашкленених огорожень не повинна перевищувати $35,0 \text{ Вт/м}^2$ – при опроміненні 50% та більше поверхні тіла, 70 Вт/м^2 – при величині опромінюваної поверхні від 25 до 50%, та 100 Вт/м^2 – при опроміненні не більше 25% поверхні тіла працюючого.

Для проміжних величин температури повітря швидкість його руху допускається визначати інтерполяцією; при мінімальній температурі повітря

швидкість його руху може прийматися нижче 0,2 м/с при легкій роботі і вище 0,2 м/с – при роботі середньої важкості і важких роботах.

При наявності джерел з інтенсивністю 35,0 Вт/м² і більше температура повітря на постійних робочих місцях не повинна перевищувати верхніх меж оптимальних значень для теплого періоду року, на непостійних - верхніх меж допустимих значень для постійних робочих місць.

При наявності відкритих джерел випромінювання (нагрітий метал, скло, відкрите полум'я) допускається інтенсивність опромінення до 140,0 Вт/м². Величина опромінюваної площі не повинна перевищувати 25 % поверхні тіла працюючого при обов'язковому використанні індивідуальних засобів захисту (спецодяг, окуляри, щитки).

У виробничих приміщеннях, в яких не можна встановити допустимі величини мікроклімату через технологічні вимоги до виробничого процесу, технічну недосяжність або економічно обґрунтовану недоцільність передбачаються заходи щодо захисту від можливого перегрівання та охолодження.

Згідно Наказу МОЗ № 248 від 08.04.2014 р. «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» спрямована на гігієнічну оцінку умов та характеру праці на робочих місцях працівників та застосовується на всіх підприємствах, в установах та організаціях усіх форм власності.

Аналіз існуючого стану виробничого середовища виконується з метою:

- контролю умов праці працівників на відповідність діючим санітарним правилам і нормам, гігієнічним нормативам та видачі відповідного гігієнічного висновку;
- атестації робочих місць та складання санітарно-гігієнічної характеристики умов праці;
- встановлення пріоритетності в проведенні оздоровчих заходів;
- розробки рекомендацій для профвідбору, профпридатності;
- санітарно-гігієнічної експертизи та паспортизації виробничих об'єктів;
- вивчення зв'язку стану здоров'я працюючого з умовами його праці;
- розслідування випадків професійних захворювань;
- встановлення рівнів професійного ризику для розробки профілактичних заходів та обґрунтування заходів соціального захисту працюючих.

Таблиця 4

**Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості
і небезпечності факторів виробничого середовища, важкості
і напруженості виробничого процесу
(витяг з наказу № 248 від 08.04.2014 р.)**

Фактори	Класи умов і характери праці						
	Опти- мальні	Допус- тимі	Шкідливі				Небез- печні
			I ступінь	II ступінь	III ступінь	IV ступінь	
1	2	3	4	5	6	7	8
Мікроклімат у теплій поріод року			Перевищення максимально допустимих значень				
Т-ра повіт- ря, °С	Оптимальні за СН	Допустимі за СН	на 0,1-3	на 3,1-6	на 6,1-9	на 9,1-12	—
V, м/с			до 3 разів	більше 3 разів	—	—	—
W, %			до 25 разів	більше 25 разів	—	—	—
Теплове випроміню- вання, Вт/м²			141- 1500	1501- 2000	2001- 2500	2501- 3500	> 3500
Мікроклімат приміщень у хо- лодний період року			Вище рівня максимально допустимих величин або нижче мінімально допустимих				
Т-ра повіт- ря, °С	Оптимальні за СН	Допустимі за СН	до ± 2	± 2,1-4	± 4,1-6	± 6,1-8	—
V, м/с			до 3 разів	більше 3 разів	—	—	—
W, %			до 15 разів	більше 15 разів	—	—	—
Теплове випроміню- вання, Вт/м²			141- 1500	1501- 2000	2001- 2500	2501- 3500	> 3500

Для видів робіт, для яких регламентований оптимальний мікроклімат, клас шкідливості визначається відносно оптимальних параметрів.

3. Прогнозування дії виробничого мікроклімату на організм людини.

Мікроклімат виробничих приміщень – умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих ото-

ченням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи.

Терморегуляція – сукупність фізіологічних процесів, що забезпечують при зміні мікроклімату сталість температури тіла людини (температурний гомеостаз).

Рівняння теплового балансу організму людини можна представити такими формулами:

$$t_{\text{const}} = \pm Q_{\text{теплотворення}} \pm Q_{\text{тепловіддача}}, \quad (7)$$

де: t_{const} – температурна константа тіла людини.

$$t_{\text{const}} = \pm Q_{\text{теплотворення}} \pm Q_{\text{випромінювання}} \pm Q_{\text{конвекція}} \pm Q_{\text{кондукція}} - Q_{\text{випаровування}}, \quad (8)$$

де: $Q_{\text{кондукція}}$ – тепловіддача шляхом теплопроведення, Вт.

При оптимальному (комфортному) мікрокліматі механізми терморегуляції функціонують без фізіологічного напруження. Тепловіддача здійснюється через дихання – 12 – 15 % (на нагрівання вдихуваного повітря та випаровування вологи з поверхні легень і слизових оболонок) та через шкіру – 45 – 47 % радіацією, 28 – 30 % - проведенням (конвекцією і кондукцією), 15 – 18 % - випаровуванням поту з поверхні шкіри). Зверніть увагу: «+» при тепловіддачі показує, що організм може сприйняти тепло з повітряного середовища за допомогою конвекції, кондукції та радіації. Але випаровування – це завжди мінус тепло з організму.

Значне відхилення параметрів мікроклімату від оптимальних або допустимих може спричинитися до ряду фізіологічних порушень в організмі людини, до різкого зниження її працездатності і навіть до професійних захворювань.

Наприклад, під впливом високих температур можливий перегрів організму – стан, який характеризується підвищенням кількості теплоти в організмі. Перегріву сприяє зростання теплопродукції, що виникає в разі виконання тяжкої фізичної роботи, особливо в непроникній для парів води одежі, висока вологість і нерухомість повітря.

Пусковим механізмом реакцій фізичної і хімічної терморегуляції в організмі є термічне подразнення шкірних і судинних терморецепторів з наступною відповідною реакцією на це центру терморегуляції. При значному перегріві зміна фізіологічних функцій виникає також внаслідок дії нагрітої крові на центральну нервову систему (ЦНС). Кровоносні судини шкіри розширюються, наповнення їх кров'ю збільшується, підвищується температура шкіри. У разі підвищення температури навколишнього середовища зменшується тепловіддача радіацією, конвекцією, кондукцією і

збільшується тепловіддача випаровуванням вологи з поверхні тіла. Так, вважається, що при підвищенні температури повітря від 16 до 30°C і роботі середнього ступеня важкості у вдягненої людини доля тепловіддачі конвекцією і радіацією знижується з 73 до 8% від загальної тепловіддачі, а тепловіддача випаровуванням вологи збільшується з 27 до 92%. З потім виділяється значна кількість солей, мікроелементів, вітамінів. Звідси, значно зростає потреба організму у додаткових кількостях води (до 5 – 12 і більше літрів на добу) та названих речовин. Віддача же теплоти з поверхні тіла конвекцією і радіацією завжди припиняється при температурі повітряного середовища близько 33°C.

Внаслідок перегрівання організму і втрати великої кількості рідини з потім можливо порушення водно-електролітного обміну, яке проявляється *судомною хворобою*. Поряд с явищами, характерними для теплового удару, спостерігаються виражені титанічні судоми, які розповсюджуються на різні групи м'язів, особливо ікроножних, стегон плечей, передпліч, і різка болісність їх під час руху.

Гіпертермія як перша ступінь перегріву характеризується підвищенням температури тіла до 37,5 °C. Перегрів другого ступеня – температура тіла досягає 38,5 °C, суттєво зменшується артеріальний тиск та частішає пульс. Гіпертермія третього ступеня – температура тіла 40 °C, 160 уд./хв. та систолічний АТ знижується на 30 – 40 мм рт. ст.

Тепловий шок (тепловий удар) – це перегрів четвертого ступеня – характеризується порушенням діяльності серцево-судинної і центральної нервової системи. Летальність досягає 20 – 30%.

Сонячний удар є наслідком впливу інфрачервоного випромінювання (ІЧВ) на ЦНС. Проникаючи на значну глибину (2 – 3 см) у тканини головного мозку ІЧВ може спричинити захворювання менінгітом і енцефалітом. Безпосередня дія сонячного випромінювання може спричинятися на будівельників, робітників кар'єрів та сільського господарства, в умовах виробництва така патологія не розвивається.

Тривалий вплив низьких температур може викликати *місцеве та загальне охолодження організму*. Переохолодження скоріше наступає в умовах високої вологості або сильного вітру.

Охолодження є наслідком порушення теплового балансу, коли в організмі тепловіддача перевищує теплопродукцію. У компенсаторній фазі організм зменшує тепловіддачу (досягається припиненням відділенням поту, рефлексорним спазмом кровоносних судин шкіри і м'язів, зменшенням кровотоку в них) та збільшує теплопродукцію (за рахунок підвищення обміну речовин). У фазі декомпенсації переважає тепловіддача, при цьому має місце нестача кисню (гіпоксія) в тканинах, зниження тонуусу судин,

порушення дихання, кровообігу, реологічних властивостей крові. Морфологічні зміни в органах характеризуються осередковими некрозами у внутрішніх органах та набряком легенів.

Ускладнення при охолодженні спричиняються різким зниженням імунологічної реактивності організму, через що згодом з'являється загроза розвитку запальних захворювань – пневмонії, плевриту, гострих респіраторних захворювань.

4. Основні профілактичні заходи захисту робітників в умовах несприятливого виробничого мікроклімату.

Створення оптимальних метеорологічних умов у виробничих приміщеннях є складною задачею, яка вирішується в наступних напрямках.

Раціональні об'ємно-планувальні і конструктивні рішення виробничих приміщень. Гарячі цехи розміщують по можливості в одноповерхових одно- і двопролітних будівлях. Внутрішні двори розташовують так, щоб забезпечувалося їх достатнє провітрювання. По периметру будівлі не рекомендується розміщувати прибудови, що заважають надходженню свіжого повітря. Саму будівлю розташовують так, щоб подовжня вісь аераційного ліхтаря складала з напрямом пануючого літнього вітру кут в 90...60°. Для захисту від надходження у виробничі приміщення холодного повітря входи обладнують шлюзами, дверні отвори – повітряними завісами. Використовують подвійне скління вікон, утеплюють огорожі, підлоги і т. ін.

Раціональне розміщення устаткування. Основні джерела теплоти бажано розташовувати безпосередньо під аераційним ліхтарем, біля зовнішніх стін будівлі та в один ряд на такій відстані один від одного, щоб теплові потоки від них не перехрещувалися на робочих місцях. Не можна розміщувати матеріали, що остигають на шляхах притоку свіжого повітря. Для охолодження гарячих виробів слід передбачати окремі приміщення. Якнайкращим рішенням є розміщення устаткування з тепловим випромінюванням в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках.

Механізація і автоматизація виробничих процесів. В цьому напрямку зараз робиться багато що. Упроваджується механічне завантаження печей в металургії, трубопровідний транспорт для рідкого металу, установки безперервного розливання сталі і т. ін.

Дистанційне керування і нагляд дозволяє у багатьох випадках вивести людину з несприятливих умов. Прикладом може служити дистанційне керування вантажопідйомними кранами в гарячих цехах.

Упровадження більш раціональних технологічних процесів та устаткування. Наприклад, заміна гарячого способу обробки металу холодним, полум'яного нагріву – індукційним, кільцевих печей у виробництві цеглини –

тунельними та т. ін., а також раціональна теплова ізоляція устаткування, захист працюючих різними видами екранів, раціональна вентиляція і опалювання, раціоналізація режимів праці та відпочинку, використання засобів індивідуального захисту.

Нормовані параметри мікроклімату на робочих місцях повинні бути досягнені, в першу чергу, за рахунок **раціонального планування** виробничих приміщень і оптимального розміщення в них устаткування з теплохолодо- та вологовиділеннями.

Технологічні та інженерно-технічні заходи. Для зменшення термічних навантажень на працюючих передбачається максимальна механізація, автоматизація, дистанційне управління технологічними процесами і устаткуванням.

У виробничих приміщеннях з надлишком (явного) тепла використовують природну **вентиляцію** (аерацію). У разі неефективності аерації встановлюють механічну загальнообмінну вентиляцію. При наявності одиначних джерел тепловиділень оснащують обладнання місцевою витяжною вентиляцією у вигляді локальних відсмоктувачів, витяжних зонтів та ін.

При наявності джерел тепловипромінювання вживають комплекс заходів з теплоізоляції устаткування та нагрітих поверхонь за допомогою теплозахисного обладнання.

В залежності від принципу дії **теплозахисні засоби** поділяються на:

- **тепловідбивні** – металеві листи (сталь, залізо, алюміній, цинк, поліровані або покриті білою фарбою тощо) одинарні або подвійні; загартоване скло з плівковим покриттям; металізовані тканини; склотканини; плівковий матеріал;

- **тепловбираючі** – сталеві або алюмінієві листи або коробки з теплоізоляцією з азбестового картону, шамотної цегли, повсті, меркулітових плит; сталева сітка, загартоване силікатне органічне скло та ін.

- **тепловідвідні** – екрани водоохолоджувальні (з металевого листа або сітки з водою, що стікає), водяні завіси та ін.;

- **комбіновані.**

В залежності від особливостей технологічних процесів застосовують прозорі, напівпрозорі екрани.

При неможливості технічними засобами забезпечити допустимі гігієнічні нормативи мікрокліматичних умов на робочих місцях використовуються **засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)** – спецодяг, спецвзуття, ЗІЗ для захисту голови, очей, обличчя, рук.

В залежності від призначення передбачають такі ЗІЗ:

- для постійної роботи в гарячих цехах – спецодяг (костюм чоловічий повсякденний), а при ремонті гарячих печей та агрегатів – автономна система

індивідуального охолодження); при аварійних роботах – тепловідбиваючий комплект з металізованої тканини;

- для захисту ніг від теплового випромінення, іскор і бризок розплавленого металу, контакту з нагрітими поверхнями – взуття шкіряне спеціальне для працюючих в гарячих цехах;

- для захисту рук від опіків – рукавиці суконні, брезентові, комбіновані з надолонниками з шкіри та спилку;

- для захисту голови від теплових опромінь, іскор та бризок металу – повстятий капелюх, захисна каска з підшоломником, каски текстолітові або з полікарбонату;

- для захисту очей та обличчя – щиток теплозахисний сталевара з приладнаними для нього захисними окулярами із світлофільтрами, маски захисні з прозорим екраном, окуляри захисні, козиркові з світлофільтрами.

У виробничих приміщеннях, в яких на робочих місцях неможливо встановити регламентовані інтенсивності теплового опромінення працюючих через технологічні вимоги, технічну недосяжність або економічно обґрунтовану недоцільність, використовуються **обдування, душування, водоповітряне душування** і ін.

Таблиця 5

Допустима тривалість періодів праці та відпочинку при проведенні ремонтних робіт виробничого устаткування

Показник мікроклімату	Тривалість періодів (хв.)	
	праця	відпочинок
ІЧ - опромінення:		
350 Вт/м ²	20	8
700 Вт/м ²	15	10
2100 Вт/м ²	5	15
Температура повітря:		
28 град. С	36	24
36 град. С	28	28
40 град. С	24	30

Одночасно з використанням ЗІЗ необхідно дотримуватись необхідної регламентації часу роботи в несприятливому середовищі, а також загального **режиму праці та відпочинку**, затвердженого відповідним підприємством і територіальним центром санепіднагляду.

Також має бути обладнано приміщення в робочій зоні з оптимальним мікрокліматом (кімнати, кабіни, бокси з кондиціонерами та обладнанням радіаційного охолодження) для відпочинку на час регламентованих перерв.

Для попередження можливого *переохолодження* працюючих в холодний період в приміщеннях, де на робочих місцях мікрокліматичні умови нижче допустимих величин, влаштовують повітряні або повітряно-теплові завіси біля воріт, технологічних та ін. отворів у зовнішніх стінах, а також тамбури-шлюзи:

- виділяють спеціальні місця для обігріву, встановлюють засоби для швидкого та ефективного обігрівання верхніх і нижніх кінцівок (локальний променево-контактний обігрів);

- встановлюють внутрішньозмінний режим праці та відпочинку, що передбачає можливість перерв для обігріву;

- забезпечують працюючих ЗІЗ (одяг, взуття, рукавиці).

Лікувально-профілактичні заходи профілактики теплової патології:

- для профілактики порушень водно-сольового балансу тих, хто працює в умовах *нагріваючого* мікроклімату, забезпечують компенсацію рідини, солей (натрій, калій, кальцій та ін.), мікроелементів (магній, мідь, цинк, йод та ін.), розчинних в рідині вітамінів, які виділяються з організму потом;

- повинні проводитись попередні (при прийомі на роботу) та періодичні медичні огляди в процесі роботи відповідно з діючим наказом МОЗ України.

II. Практична частина

Ситуаційна задача (1) для індивідуальної роботи: На одному з робочих місць (табл. 6), були здійснені вимірювання вологості приміщення за допомогою психрометра Ассмана. Розрахуйте абсолютну (за формулою 5) та відносну вологість (за формулою 6) за результатами психрометрії та барометричного тиску повітря. Попередньо – максимальну вологість беремо з табл.1.

Ситуаційна задача (2) для індивідуальної роботи: Визначте, у відповідності до варіанту (табл. 7), відповідають чи ні отримані результати нормативним значенням параметрів мікроклімату робочої зони; зробіть висновки щодо впливу мікроклімату на організм людини; розробіть профілактичні заходи.

Для гігієнічної оцінки параметрів мікроклімату необхідно знайти відповідно періоду року та характеру роботи (постійне чи непостійне) - за ДСН 3.3.6.042-99 нормативні значення температури t_n , відносної вологості φ_n , швидкості руху повітря на робочому місці v_n (табл. 2). Попередньо - Категорію робіт – знайти по таблиці 3.

Одержані дані занесіть в таблицю 2 протоколу в графу «нормативні

значення».

Порівняйте нормативні дані з фактичними. Зробіть висновок про характер мікроклімату виробничого приміщення нормативним значенням у відповідності до ДСН 3.3.6.042-99 (див.приклад у табл.8).

Визначте клас умов праці згідно таблиці 4.

Якщо параметри не відповідають нормативним значенням – визначте тип несприятливої дії мікроклімату – нагріваючий або охолоджуючий.

Спрогнозуйте характер дії мікроклімату на систему терморегуляції, зробіть висновок щодо формування професійного захворювання.

Вкажіть основні заходи та засоби щодо профілактики несприятливої дії виробничого мікроклімату на організм людини.

Таблиця 6.

Вихідні дані для задачі 1

Параметри	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Температура повітря у приміщенні по «сухому» термометру, $t_{сф}$ (°C)	24	18	19	22	18	23	21	25	25	24
2. Температура повітря у приміщенні по «вологовому» термометру, $t_{вф}$ (°C)	23	14	16	19	16	17	18	18	24	17
3. Барометричний тиск, $B_{ф}$ (мм.рт.ст.)	757	763	763	759	758	756	760	755	765	763

Продовження таблиці 6

Параметри	Варіант									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. Температура повітря у приміщенні по «сухому» термометру, $t_{сф}$ (°C)	25	21	19	20	18	16	25	24	25	24
2. Температура повітря у приміщенні по «вологовому» термометру, $t_{вф}$ (°C)	21	17	15	16	14	10	18	16	18	19
3. Барометричний тиск, $B_{ф}$ (мм.рт.ст.)	754	762	761	758	757	754	760	754	762	761

Продовження таблиці 6

Параметри	Варіант									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1. Температура повітря у приміщенні по «сухому» термометру, $t_{сф}$ (°C)	16	16	23	24	23	17	19	20	25	22
2. Температура повітря у приміщенні по «вологовому» термометру, $t_{вф}$ (°C)	12	10	16	17	18	15	14	16	20	16
3. Барометричний тиск, $B_{ф}$ (мм.рт.ст.)	762	765	755	754	762	760	758	757	754	761

Вихідні дані для задачі 2

Варіант	Датувимірювання	Енерговитрати організму ккал/год	Параметри мікроклімату (1-20 постійне р.м., 21-30 – непостійне р. м.)		
			t, °C	φ, %	v, м/с
1	5.01	105	16	40	0,1
2	5.02	175	18	45	0,2
3	5.03	275	20	50	0,3
4	5.05	130	22	55	0,4
5	5.06	240	24	60	0,5
6	5.07	300	26	65	0,6
7	5.08	105	28	70	0,1
8	5.09	175	26	75	0,2
9	5.11	275	24	80	0,3
10	5.12	130	22	85	0,4
11	30.01	240	20	90	0,5
12	30.03	300	18	40	0,6
13	30.06	105	20	45	0,1
14	5.01	175	16	50	0,2
15	5.02	275	18	55	0,3
16	5.03	130	20	60	0,4
17	5.05	240	22	65	0,5
18	5.06	300	24	70	0,6
19	5.07	105	26	75	0,1
20	5.08	175	28	80	0,2
21	5.09	275	26	85	0,3
22	5.11	130	24	90	0,4
23	5.12	240	22	40	0,5
24	30.01	300	20	45	0,6
25	30.03	105	18	50	0,1
26	30.06	175	20	55	0,2
27	5.03	300	18	40	0,6
28	5.04	105	20	45	0,1
29	5.06	240	29	70	0,5
30	5.04	300	20	75	0,6

Протокол практичного заняття № 10

з дисципліни «Соціальна та екологічна безпека життєдіяльності»

Тема: «Дослідження та впливу параметрів мікроклімату на організм працівників»

П.І.Б. _____ група _____ варіант _____

Таблиця 1

Розрахунки абсолютної та відносної вологості (ф.5,6;т.1)

Параметри	Розрахунки
1. Температура повітря у приміщенні по «сухому» термометру, $t_{сф}$ (°C)	$A = \underline{\hspace{2cm}}$ (г/м ³). $\varphi = \underline{\hspace{2cm}}$ %
2. Температура повітря у приміщенні по «вологовому» термометру, $t_{вф}$ (°C)	
3. Барометричний тиск, B_{ϕ} (мм.рт.ст.)	

Таблиця 2

Оцінка параметрів виробничого мікроклімату

Характеристика робочого місця			

Категорія робіт (за табл.3)			

Період року			

Параметр мікроклімату			<i>Висновок за кожним показником</i>
Найменування	Значення		
	Фактичне	Оптимальне (нормативне) за табл.2	
$t, ^\circ\text{C}$			
$w, \%$			
$v, \text{м/с}$			
Загальний висновок щодо характеристики мікроклімату за класифікацією:			

Алгоритм роботи:

№ з/п	Запитання	Відповідь
1.	На Вашу думку: який мікроклімат на робочому місці (згідно по класифікації)?	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
2.	Визначте клас умов праці за табл.4	<hr/>
3.	Як діє даний мікроклімат на систему терморегуляції людини?	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
4.	Які захворювання можуть виникнути?	<hr/> <hr/> <hr/>
5.	Розробіть колективні засоби і заходи профілактики	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
6	Розробіть індивідуальні заходи і засоби профілактики	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Висновки: _____

Виконав _____ Перевірив _____ Дата _____

(підпис)

(підпис)

