

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЕРГОНОМІКА ТЕПЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА Аналітичне визначення та інтерпретація теплово- го комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового ком- форту (EN ISO 7730:2005, IDT)

ДСТУ Б EN ISO 7730:2011

**Київ
Мінрегіон України
2012**

ПЕРЕДМОВА

- 1 ВНЕСЕНО: Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій" (ДП НДІБК)
ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **Г. Фаренюк**, д-р техн. наук (науковий керівник); **М. Тимофеев**, канд. техн. наук; **Ю. Слюсаренко**, канд. техн. наук; **В. Тарасюк**, канд. техн. наук; **Є. Колесник**; **М. Прокопчук**; **К. Федірко**
- 2 НАДАНО ЧИННОСТІ: накази Мінрегіону України від 30.12.2011 р. № 458 та від 12.06.2012 р. № 300, чинний з 2013-01-01
- 3 Національний стандарт відповідає EN ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria (ISO 7730:2005) (Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту (ISO 7730:2005))
Ступінь відповідності - ідентичний (IDT)
Переклад з англійської (en)
Цей стандарт видано з дозволу CEN
- 4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

ЗМІСТ

CONTENTS

	с.	page
Національний вступ	IV	
Вступ	1	Introduction
1 Сфера застосування	3	1 Scope
2 Нормативні посилання	3	2 Normative references
3 Терміни та визначення понять	4	3 Terms and definitions
4 Прогнозована середня оцінка комфорту (PMV)	5	4 Predicted mean vote (PMV)
5 Визначення прогнозованого відсотка незадоволених температурним середовищем (PPD)	8	5 Predicted percentage dissatisfied (PPD) ..
6 Локальний температурний дискомфорт	10	6 Local thermal discomfort
7 Комфортні теплові умови середовища	15	7 Accessable thermal environment for comfort
8 Змінні теплові середовища	16	8 Non-steady-state thermal environments
9 Довгострокові оцінки загальних умов теплого комфорту	17	9 Long-term evaluation of the general thermal comfort conditions
10 Адаптація	18	10 Adaptation
Додаток А		Annex A
Приклади вимог теплого комфорту для різних категорій середовищ та видів простору	19	Examples of thermal comfort requirements for different categories of environment and types of space
Додаток В		Annex B
Швидкість обміну речовин (метаболізм) при різноманітній активності руху	27	Metabolic rates of different activities ..
Додаток С		Annex C
Розрахунок теплоізоляції одягу	28	Estimation of thermal insulation of clothing ensembles
Додаток Д		Annex D
Комп'ютерна програма для обчислення PMV та PPD	35	Computer program for calculating PMV and PPD
Додаток Е		Annex E
Таблиця для визначення прогнозованої середньої оцінки (PMV)	39	Tables for determination of predicted mean vote (PMV)
Додаток F		Annex F
Вологість	53	Humidity
Додаток G		Annex G
Швидкість повітря	54	Air velocity
Додаток H		Annex H
Довгострокові оцінки загальних умов теплого комфорту	56	Long-term evaluation of the general thermal comfort conditions
Бібліографія	58	Bibliography

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожним перекладом EN ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment -Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria (ISO 7730:2005) (Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту (ISO 7730:2005)). Підготовлено ISO/TC 159 "Ergonomics" (Ергономіка) та CEN/TC 122 "Ergonomics" (Ергономіка), секретаріатом якого керує DIN (Німецький інститут з стандартизації).

До національного стандарту долучено англomовний текст.

На території України як національний стандарт діє ліва колонка тексту ДСТУ Б EN ISO 7730:2011 (EN ISO 7730:2005, ЮТ), викладена українською мовою.

Згідно з ДБН А.1.1-1-2009 "Система стандартизації та нормування в будівництві. Основні положення" цей стандарт відноситься до комплексу нормативних документів у галузі будівництва В.2.2 "Будинки і споруди".

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству України.

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт, - ТК 302 "Енергоефективність будівель і споруд".

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова "цей міжнародний стандарт" замінено на "цей стандарт";
- структурні елементи стандарту - "Обкладинка", "Передмова", "Національний вступ", "Визначення понять" та "Бібліографічні дані" - оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- до додатка D долучено "Національну примітку" та до "Бібліографії" долучено "Національне пояснення", виділені в тексті рамкою;
- з "Передмови до EN ISO 7730:2005" у цей "Національний вступ" взяте те, що безпосередньо стосується цього стандарту.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**ЕРГОНОМІКА ТЕПЛООВОГО СЕРЕДОВИЩА****Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту****ЭРГОНОМИКА ТЕПЛОВОЙ СРЕДЫ**

Аналитическое определение и интерпретация теплового комфорта на основании расчета показателей PMV и PPD и критериев локального теплового комфорта

ERGONOMICS OF THE THERMAL ENVIRONMENT

Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria

Чинний від 2013-01-01**ВСТУП**

Цей стандарт охоплює оцінку допустимого теплового середовища і був розроблений паралельно з переглянутим ASHRAE¹⁾ стандартом 55. Він є одним із серії документів ISO й установлює методи для вимірювання та оцінки показників допустимих і екстремальних температурних середовищ, які впливають на людей (ISO 7243, ISO 7933 і ISO/TR 11079, що визначають екстремальні внутрішні умови, є іншими в серії).

Теплове відчуття людини в основному пов'язане з тепловим балансом її тіла в цілому. Цей баланс залежить від фізичної активності та одягу, а також параметрів навколишнього середовища: температури повітря, середньої температури випромінювання, швидкості руху і вологості повітря. При оцінюванні або вимірюванні цих факторів можливо передбачити теплове відчуття для організму в цілому шляхом обчислення середньої оцінки (PMV). Див. розділ 4.

Встановлення відсотка незадоволених (PPD) визначає індекс, що містить інформацію про тепловий дискомфорт або теплове невдоволення відсотка людей, які ймовірно відчують себе занадто тепло або дуже холодно в даному середовищі. PPD можуть бути отримані з PMV. Див. розділ 5.

INTRODUCTION

This International Standard covering the evaluation of moderate thermal environments was developed in parallel with the revised ASHRAE¹⁾ standard 55 and is one of a series of ISO documents specifying methods for the measurement and evaluation of the moderate and extreme thermal environments to which human beings are exposed (ISO 7243, ISO 7933 and ISO/TR 11079, all three dealing with extreme environmental conditions, are others in the series).

A human being's thermal sensation is mainly related to the thermal balance of his or her body as a whole. This balance is influenced by physical activity and clothing, as well as the environmental parameters: air temperature, mean radiant temperature, air velocity and air humidity. When these factors have been estimated or measured, the thermal sensation for the body as a whole can be predicted by calculating the predicted mean vote (PMV). See Clause 4.

The predicted percentage dissatisfied (PPD) index provides information on thermal discomfort or thermal dissatisfaction by predicting the percentage of people likely to feel too warm or too cool in a given environment. The PPD can be obtained from the PMV. See Clause 5.

¹⁾ Американська Асоціація інженерів з опалення, охолодження і кондиціонування повітря

¹⁾ American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers

Тепловий дискомфорт може також бути викликаний небажаним місцевим охолодженням або нагріванням тіла. Найбільш поширеними місцевими факторами дискомфорту є температура випромінювання асиметрії (холодної або теплої поверхні), протяг (який визначається як місцеве охолодження тіла, викликане рухом повітря), вертикальний перепад температури повітря і холодні або теплі підлоги. Розділ 6 визначає, як передбачити відсоток незадово-лених через локальні параметри дискомфорту.

Невдоволення може бути викликане дискомфортом, пов'язаним з нагріванням або охолодженням організму в цілому. Обмеження комфорту у цьому випадку можуть бути виражені індексами PMV і PPD. Але теплове невдоволення може також бути викликане місцевими тепловими параметрами дискомфорту. У розділі 7 встановлені критерії прийнятності температурних середовищ з точки зору комфорту.

У розділах 6 і 7 розглянуті в основному стаціонарні умови. Засоби оцінки нестаціонарних умов, таких як температурні перепади, циклічність температури й/або керованого вимірювання температури представлені у розділі 8. Теплові середовища в будівлях і на робочих місцях можуть змінюватися з перебігом часу, і не завжди можливо зберігати умови в рекомендованих межах. Метод довгострокової оцінки теплового комфорту наведений у розділі 9.

Розділ 10 дає рекомендації про способи обліку адаптації людей для оцінки й проектування будівель і систем.

Thermal discomfort can also be caused by unwanted local cooling or heating of the body. The most common local discomfort factors are radiant temperature asymmetry (cold or warm surfaces), draught (defined as a local cooling of the body caused by air movement), vertical air temperature difference, and cold or warm floors. Clause 6 specifies how to predict the percentage dissatisfied owing to local discomfort parameters.

Dissatisfaction can be caused by hot or cold discomfort for the body as a whole. Comfort limits can in this case be expressed by the PMV and PPD indices. But thermal dissatisfaction can also be caused by local thermal discomfort parameters. Clause 7 deals with acceptable thermal environments for comfort.

Clauses 6 and 7 are based mainly on steady-state conditions. Means of evaluating non-steady-state conditions such as transients (temperature steps), cycling temperatures or temperature ramps are presented in Clause 8. The thermal environments in buildings or at workplaces will change over time and it might not always be possible to keep conditions within recommended limits. A method for long-term evaluation of thermal comfort is given in Clause 9.

Clause 10 gives recommendations on how to take into account the adaptation of people when evaluating and designing buildings and systems.

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт встановлює методи для прогнозування загального теплового відчуття і ступеня дискомфорту (теплова незадоволеність) людей, що піддаються дії помірних термальних середовищ. Це дозволяє провести аналітичне визначення та інтерпретацію теплового комфорту з використанням розрахунків PMV (прогнозована середня оцінка якості повітряного середовища) і PPD (прогнозований відсоток незадоволених температурою середовища), а також критеріїв місцевого теплового комфорту й допомагає оцінити прийнятність умов навколишнього середовища для забезпечення теплового комфорту людини. Цей підхід застосовується до здорових чоловіків і жінок, які зазнали впливу не тільки середовища приміщень, де тепловий комфорт є бажаним, але й тих, де відбуваються помірні відхилення від теплового комфорту; також застосовується в проектуванні нових або оцінюванні існуючих теплових середовищ. Хоча цей стандарт спеціально розроблений для робочих середовищ, він може бути застосованим до інших видів середовищ. При розгляді людей з особливими вимогами, наприклад, з фізичними вадами, цей стандарт може бути використаний з ISO/TS 14415:2005, 4.2. Етнічні, національні чи географічні відмінності також повинні бути взяті до уваги при розгляді приміщень, не обладнаних кондиціонуванням.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Наступні нормативні документи необхідні для посилання в цьому документі. У датованих посиланнях наведені всі редакції, що використовуються. У недатованих посиланнях наведена остання редакція нормативного документа (включаючи будь-які виправлення).

1 Scope

This International Standard presents methods for predicting the general thermal sensation and degree of discomfort (thermal dissatisfaction) of people exposed to moderate thermal environments. It enables the analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of PMV (predicted mean vote) and PPD (predicted percentage of dissatisfied) and local thermal comfort criteria, giving the environmental conditions considered acceptable for general thermal comfort as well as those representing local discomfort. It is applicable to healthy men and women exposed to indoor environments where thermal comfort is desirable but where moderate deviations from thermal comfort occur, in the design of new environments or the assessment of existing ones. Although developed specifically for the work environment, it is applicable to other kinds of environment as well. It is intended to be used with reference to ISO/TS 14415:2005, 4.2, when considering persons with special requirements, such as those with physical disabilities. Ethnic, national or geographical differences need also to be taken into account when considering non-conditioned spaces.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

ДСТУ Б EN ISO 7730:2011

ISO 13731, Ергономіка термального середовища - Словник і умовні позначки

ISO/TS 13732-2, Ергономіка теплового навколишнього середовища - Методи оцінки реакції людини при контакті з поверхнями - Частина 2: Людський контакт з поверхнями за помірної температури

ISO/TS 14415:2005, Ергономіка термального середовища - Застосування міжнародних стандартів для людей з особливими потребами

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому документі використовуються терміни та визначення згідно з ISO 13731, а також встановлені нижче.

3.1 температурний цикл

Зміна температури з заданою амплітудою і частотою

3.2 температурний дрейф

Пасивна монотонна, рівномірна, нециклічна зміна температури в замкнутому просторі

3.3 керована зміна температури

Активна керована, монотонна, рівномірна, нециклічна зміна температури в замкнутому просторі

3.4 еквівалентна температура t_0

Рівномірна температура уявного замкнутого простору, в якому людина втрачає таку ж кількість тепла випромінюванням і конвекцією, як у реальному середовищі (з нерівномірною температурою)

3.5 стрибки температури

Швидкоплинна зміна температурних умов (теплового режиму) внаслідок раптової зміни температури, вологості, виду діяльності людини й/або її одягу

3.6 протяг

Небажане локальне охолодження тіла, викликане рухом повітря

ISO 13731, Ergonomics of the thermal environment - Vocabulary and symbols

ISO/TS 13732-2, Ergonomics of the thermal environment - Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces - Part 2: Human contact with surfaces at moderate temperature

ISO/TS 14415:2005, Ergonomics of the thermal environment - Application of International Standards to people with special requirements

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions in ISO 13731 and the following apply.

3.1 temperature cycle

variable temperature with a given amplitude and frequency

3.2 drift temperature

passive monotonic, steady, non-cyclic change in the operative temperature of an enclosed space

3.3 ramp temperature

actively controlled monotonic, steady, non-cyclic change in the operative temperature of an enclosed space

3.4 operative temperature t_0

uniform temperature of an imaginary black enclosure in which an occupant would exchange the same amount of heat by radiation and convection as in the actual non-uniform environment

3.5 transient temperature

sudden change in the thermal conditions due to step change in temperature, humidity, activity or clothing

3.6 draught

unwanted local cooling of the body caused by air movement

4 ПРОГНОЗОВАНА СЕРЕДНЯ ОЦІНКА КОМФОРТУ (PMV)

4.1 Визначення

Прогнозована середня оцінка (PMV) - це індекс, за допомогою якого прогнозують середнє значення чутливості до температури великої групи людей на підставі балансу температури тіла людини за 7-бальною тепловою шкалою відчуттів (таблиця 1). Тепловий баланс встановлюється, коли тепло, що виділяє тіло людини, дорівнює втратам тепла в навколишнє середовище. У помірному навколишньому середовищі система терморегуляції людини може автоматично змінювати температуру шкіри людини і потовиділення для підтримання теплового балансу тіла.

4 Predicted mean vote (PMV)

4.1 Determination

The PMV is an index that predicts the mean value of the votes of a large group of persons on the 7-point thermal sensation scale (see Table 1), based on the heat balance of the human body. Thermal balance is obtained when the internal heat production in the body is equal to the loss of heat to the environment. In a moderate environment, the human thermoregulatory system will automatically attempt to modify skin temperature and sweat secretion to maintain heat balance.

Таблиця 1 - Семибальна шкала чутливості до температури
Table 1 - Seven-point thermal sensation scale

+3	Спекотно Hot
+2	Тепло Warm
+1	Трохи тепло Slightly warm
0	Нейтрально Neutral
-1	Трохи прохолодно Slightly cool
-2	Прохолодно Cool
-3	Холодно Cold

Розрахунок значень показника PMV виконують з використанням рівнянь (1) – (4):

Calculate the PMV using Equations (1) to (4):

$$PMV = [0,303 \cdot \exp(-0,036 \cdot M) + 0,028] \cdot$$

$$\left\{ \begin{aligned} & (M - W) - 3,05 \cdot 10^{-3} \cdot [5733 - 6,99 \cdot (M - W) - p_a] - 0,42 \cdot [(M - W) - 58,15] \\ & - 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - p_a) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) \\ & - 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 373)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028 \cdot (M - W) - f_{cl} \cdot \left\{ 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] + f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \right\}, \quad (2)$$

$$h_c = \begin{cases} 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} & \text{для (for) } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} > 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}}, \\ 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} & \text{для (for) } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} < 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}}, \end{cases} \quad (3)$$

$$f_{cl} = \begin{cases} 1,00 + 1,290 I_{cl} & \text{для (for) } I_{cl} \leq 0,078 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт} (\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{W}), \\ 1,05 + 0,654 I_{cl} & \text{для (for) } I_{cl} > 0,078 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт} (\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{W}), \end{cases} \quad (4)$$

де

M – швидкість обміну речовин, Вт/м²;

W – ефективна механічна енергія, Вт/м²;

I_{cl} – опір теплопередачі одягу, м²·К/Вт;

f_{cl} – коефіцієнт площі поверхні одягу;

t_a – температура повітря, °С;

\bar{t}_r – середня радіаційна температура випромінювання, °С;

v_{ar} – відносна швидкість руху повітря, м/с;

p_a – парціальний тиск водяної пари, Па;

h_c – коефіцієнт конвективного теплообміну, [Вт/(м²·К)];

t_{cl} – температура поверхні одягу, °С.

where

M is the metabolic rate, in watts per square metre (W/m²);

W is the effective mechanical power, in watts per square metre (W/m²);

I_{cl} is the clothing insulation, in square metres kelvin per watt (m²·K/W);

f_{cl} is the clothing surface area factor;

t_a is the air temperature, in degrees Celsius (°C);

\bar{t}_r is the mean radiant temperature, in degrees Celsius (°C);

v_{ar} is the relative air velocity, in metres per second (m/s);

p_a is the water vapour partial pressure, in pascals (Pa);

h_c is the convective heat transfer coefficient, in watts per square metre kelvin [W/(m²·K)];

t_{cl} is the clothing surface temperature, in degrees Celsius (°C).

NOTE:

1 metabolic unit = 1 met = 58,2 W/m²;

1 clothing unit = 1 clo = 0,155 м²·°С/Вт.

Примітка.

1 метаболічна одиниця = 1 мет = 58,2 Вт/м²;

1 одиниця одягу = 1 кло = 0,155 м²·°С/Вт.

Показник PMV може бути розрахований для різних комбінацій швидкості обміну речовин, опору теплопередачі одягу, температури повітря, середнього теплового випромінювання, швидкості руху повітря та вологості повітря (див.

PMV may be calculated for different combinations of metabolic rate, clothing insulation, air temperature, mean radiant temperature, air velocity and air humidity (see ISO 7726). The equations for t_{cl} and h_c may be solved by iteration.

ISO 7726). Значення t_{cl} можуть бути знайдені за допомогою послідовних ітерацій.

Показник PMV характеризує стабільні умови, але може бути застосованим у якості допустимої апроксимації при незначних коливаннях однієї або декількох змінних за умови, що застосовуються середньозважені за часом значення змінних за попередній період в 1 год.

Показник повинен використовуватися тільки для значень PMV в інтервалі між -2 та +2 і коли шість основних параметрів знаходяться в наведених нижче інтервалах: M від 46 Вт/м² до 232 Вт/м² (від 0,8 мет до 4 мет);

I_{cl} від 0 м²·К/Вт до 0,310 м²·К/Вт (від 0 кло до 2 кло);

t_a від 10 °С до 30 °С;

t_r від 10 °С до 40 °С;

v_{ar} від 0 м/с до 1 м/с;

p_a від 0 Па до 2 700 Па.

Примітка. У межах даного діапазону середня швидкість руху повітря v_{ar} при виконанні легкої, в основному сидячої, роботи може відчуватися людиною як протяг.

Розрахунок швидкості метаболізму речовин виконують з урахуванням типу роботи з використанням ISO 8996 або додатка В. Якщо швидкість обміну речовин змінна (при різних рівнях метаболізму), потрібно розрахувати середньозважене за часом значення за попередній період в 1 год. Термічний опір одягу і стільця з урахуванням пори року розраховують з використанням ISO 9920 або додатка С.

Показник PMV розраховують одним з наступних способів:

а) за допомогою рівняння (1), використовуючи комп'ютерну програму. Для цієї мети в додатку D наведена програма мовою BASIC. Для верифікації інших комп'ютерних програм у додатку D наведені приклади з результатами розрахунків

The PMV index is derived for steady-state conditions but can be applied with good approximation during minor fluctuations of one or more of the variables, provided that time-weighted averages of the variables during the previous 1 h period are applied.

The index should be used only for values of PMV between -2 and +2, and when the six main parameters are within the following intervals:

M 46 W/m² to 232 W/m² (0,8 met to 4 met);

I_{cl} 0 m²·K/W to 0,310 m²·K/W (0 clo to 2 clo);

t_a 10 °C to 30 °C;

t_r 10 °C to 40 °C;

v_{ar} 0 m/s to 1 m/s;

p_a 0 Pa to 2 700 Pa.

NOTE In respect of v_{ar} , during light, mainly sedentary, activity, a mean velocity within this range can be felt as draught.

Estimate the metabolic rate using ISO 8996 or Annex B, taking into account the type of work. For varying metabolic rates, a time-weighted average should be estimated during the previous 1 h period. Estimate the thermal resistance of clothing and chair using ISO 9920 or Annex C, taking into account the time of year.

Determine the PMV in one of the following ways.

a) From Equation (1) using a digital computer. A BASIC program is given in Annex D for this purpose. For verification of other computer programs, Annex D provides example output.

b) безпосередньо за даними додатка E, де наведені таблиці значень PMV для різних комбінацій діяльності, одягу й відносної швидкості руху повітря;

c) за допомогою прямих вимірювань з використанням інтегрованих датчиків еквівалентної і дійсної температур.

Значення PMV, наведене у додатку E, застосовують для відносної вологості 50 %. Вплив вологості на теплову чутливість невеликий при помірних температурах, близьких до комфортних, і в цьому випадку не враховується при визначенні значення PMV (додаток F).

4.2 Застосування

PMV може бути використаний для перевірки, чи задовольняє визначене термальне середовище критеріям комфорту (розділ 7 і додаток A), а також для встановлення вимог до термального середовища.

Встановивши $PMV = 0$, отримують рівняння для прогнозування сполучень активності, одягу й параметрів середовища, котрі звичайно забезпечують нейтральну температурну чутливість.

5 ВИЗНАЧЕННЯ ПРОГНОЗОВАНОГО ВІДСОТКА НЕЗАДОВОЛЕНИХ ТЕМПЕРАТУРНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ (PPD)

PMV прогнозує середнє значення оцінок термального середовища великою групою людей, що піддаються впливу цього середовища. Індивідуальні оцінки знаходяться біля цього середнього значення, тому корисною є можливість прогнозу кількості людей, які у цьому середовищі ймовірно будуть почувати себе некомфортно: дуже тепло або прохолодно.

PPD є показником, який встановлює прогнозований відсоток незадоволених температурою середовища людей, які відчувають себе занадто холодно або спекотно. Для цілей цього стандарту під

b) Directly from Annex E, where tables of PMV values are given for different combinations of activity, clothing, operative temperature and relative velocity.

c) By direct measurement, using an integrating sensor (equivalent and operative temperatures).

The PMV values given in Annex E apply for a relative humidity of 50 %. The influence of humidity on thermal sensation is small at moderate temperatures close to comfort and may usually be disregarded when determining the PMV value (see Annex F).

4.2 Applications

The PMV can be used to check whether a given thermal environment complies with comfort criteria (see Clause 7 and Annex A), and to establish requirements for different levels of acceptability.

By setting $PMV = 0$, an equation is established which predicts combinations of activity, clothing and environmental parameters which on average will provide a thermally neutral sensation.

5 Predicted percentage dissatisfied (PPD)

The PMV predicts the mean value of the thermal votes of a large group of people exposed to the same environment. But individual votes are scattered around this mean value and it is useful to be able to predict the number of people likely to feel uncomfortably warm or cool.

The PPD is an index that establishes a quantitative prediction of the percentage of thermally dissatisfied people who feel too cool or too warm. For the purposes of this International Standard, thermally dissatis-

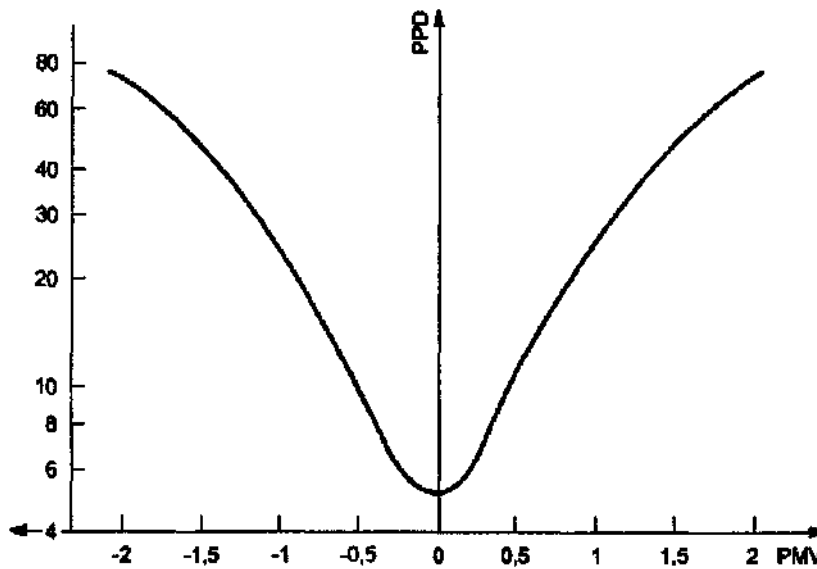
незадоволеними температурним середовищем людьми розуміють тих, які будуть оцінювати середовище як *спекотне, тепле, прохолодне* або *холодне* за 7-бальною шкалою теплової чуттєвості, наведеною в таблиці 1.

Якщо значення PMV обчислено, значення PPD розраховують за допомогою рівняння (5), рисунок 1:

fied people are those who will vote *hot, warm, cool* or *cold* on the 7-point thermal sensation scale given in Table 1.

With the PMV value determined, calculate the PPD using Equation (5), see Figure 1:

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0,03353 \cdot PMV^4 - 0,2179 \cdot PMV^2). \quad (5)$$



Позначки:

PMV – прогнозована середня оцінка;

PPD – прогнозований відсоток незадоволених

Key:

PMV – predicted mean vote

PPD – predicted percentage dissatisfied, %

Рисунок 1 – PPD як функція PMV

Figure 1 – PPD as function of PMV

PPD прогнозує кількість людей, незадоволених температурою навколишнього середовища в середині великої групи людей. Решта людей групи буде почувати себе термічно нейтральними - легке тепло або легка прохолода. Прогнозований розподіл індивідуальних теплових оцінок наведено в таблиці 2.

The PPD predicts the number of thermally dissatisfied persons among a large group of people. The rest of the group will feel thermally neutral, slightly warm or slightly cool. The predicted distribution of votes is given in Table 2.

Таблиця 2 - Розподіл індивідуальних теплових оцінок при різних значеннях середніх оцінок**Table 2** - Distribution of individual thermal sensation votes for different values of mean vote

PMV	PPD	Відсоток оцінок, що мають вказане значення ^a % Persons predicted to vote ^a %		
		0	-1, 0 або (or) +1	-2, -1, 0 +1 або (or) +2
+2	75	5	25	70
+1	25	30	75	95
+0,5	10	55	90	98
0	5	60	95	100
-0,5	10	55	90	98
-1	25	30	75	95
-2	75	5	25	70

^a На основі експериментів за участю 1 300 людей.
^a Based on experiments involving 1 300 subjects.

6 ЛОКАЛЬНИЙ ТЕМПЕРАТУРНИЙ ДИСКОМФОРТ

6.1 Загальні положення

Показники PMV і PPD відображають дискомфорт від тепла або холоду для всього організму в цілому. Але невдоволення температурою навколишнього середовища може також бути викликане небажаним охолодженням або нагріванням однієї конкретної частини тіла. Це поняття відоме як локальний температурний дискомфорт. Найчастішою причиною місцевого дискомфорту є протяг (6.2). Місцевий дискомфорт може бути також викликаний аномально високою різницею температур по вертикалі між головою і кінцівками ніг (6.3) через занадто теплу або занадто холодну підлогу (6.4) або занадто високою асиметрією теплового випромінювання (6.5). Додаток А містить приклади вимог до локального і загального температурного комфорту для різних категорій навколишнього середовища й типів просторів.

До локального температурного дискомфорту, в основному, чутливі люди, які мають сидячий спосіб роботи. Вони будуть мати близьку до нейтральної те-

6 Local thermal discomfort

6.1 General

The PMV and PPD express warm and cold discomfort for the body as a whole. But thermal dissatisfaction can also be caused by unwanted cooling or heating of one particular part of the body. This is known as local discomfort. The most common cause of local discomfort is draught (6.2). But local discomfort can also be caused by an abnormally high vertical temperature difference between the head and ankles (6.3), by too warm or too cool a floor (6.4), or by too high a radiant temperature asymmetry (6.5). Annex A provides examples of local and overall thermal comfort requirements for different categories of environment and types of space.

It is mainly people at light sedentary activity who are sensitive to local discomfort. These will have a thermal sensation for the whole body close to neutral. At higher levels of activity, people are less thermally sensitive and consequently the risk of local discomfort is lower.

мпературну чутливість для всього тіла. Люди з більш високим рівнем фізичної активності менш термічно чутливі і ризик локального дискомфорту для них нижчий.

6.2 Протяг

Дискомфорт через протяг може бути визначений відсотком людей, незадоволених наявністю протягу. Швидкість протягу DR розраховують за допомогою рівняння (6) (модель протягу):

$$DR = (34 - t_{a,l})(\bar{v}_{a,l} - 0,05)^{0,62} (0,37 \cdot \bar{v}_{a,l} \cdot Tu + 3,14). \quad (6)$$

Для $\bar{v}_{a,l} < 0,05$ м/с приймати $\bar{v}_{a,l} = 0,05$ м/с.

Для $DR > 100$ % м/с приймати $DR = 100$ %, де

$t_{a,l}$ – локальна температура повітря від 20 °C до 26 °C;

$\bar{v}_{a,l}$ – локальна середня швидкість руху повітря, < 0,5 м/с;

Tu – локальна інтенсивність турбулентності від 10 % до 60 % (якщо значення невідомо, може бути використане значення – 40 %).

Модель стосується людей з невеликою фізичною активністю, які виконують роботу в основному сидячи, з температурною чуттєвістю для всього тіла, близькою до нейтральної, а також для прогнозованого протягу в місці шиї. На рівні рук і ніг модель може завищити прогнозовану швидкість протягу. Чутливість до протягу менша при діяльності вищій ніж сидяча (> 1,2 мет) і для людей, що віддають перевагу більш прохолодному середовищу. Додаткова інформація про вплив швидкості руху повітря наведена у додатку G.

6.3 Різниця в температурі повітря по вертикалі

Значна різниця температур повітря по вертикалі між головою і щиколотками може викликати дискомфорт. На рисунку 2 показано відсоток незадоволених PD як функцію різниці температур повітря в області голови й ніг. Рисунок застосовується, коли температура вища зверху. Для людей менш відчутна нижча температура зверху. Значення PD обчислюють за допомогою рівняння:

6.2 Draught

The discomfort due to draught may be expressed as the percentage of people predicted to be bothered by draught. Calculate the draught rate (DR) using Equation (6) (model of draught):

For $\bar{v}_{a,l} < 0,05$ m/s: use $\bar{v}_{a,l} = 0,05$ m/s.

For $DR > 100$ %: use $DR = 100$ %, where

$t_{a,l}$ is the local air temperature, in degrees Celsius, 20 °C to 26 °C;

$\bar{v}_{a,l}$ is the local mean air velocity, in meters per second, < 0,5 m/s;

Tu is the local turbulence intensity, in percent, 10 % to 60 % (if unknown, 40 % may be used).

The model applies to people at light, mainly sedentary activity with a thermal sensation for the whole body close to neutral and for prediction of draught at the neck. At the level of arms and feet, the model could overestimate the predicted draught rate. The sensation of draught is lower at activities higher than sedentary (> 1,2 met) and for people feeling warmer than neutral. Additional information on the effect of air velocity can be found in Annex G.

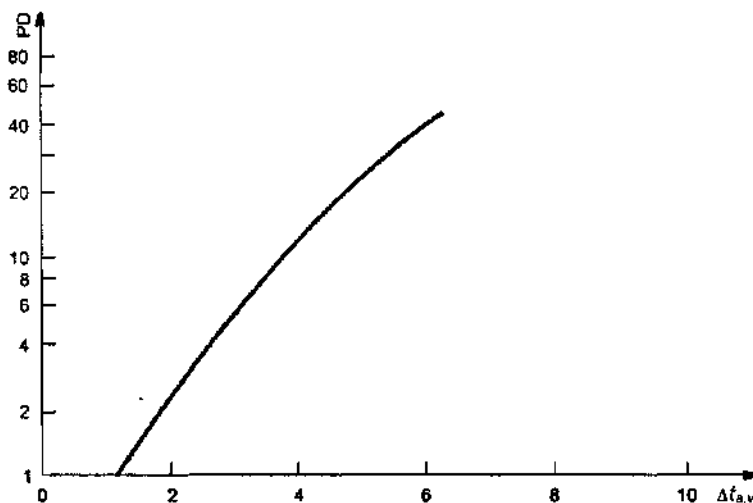
6.3 Vertical air temperature difference

A high vertical air temperature difference between head and ankles can cause discomfort. Figure 2 shows the percentage dissatisfied (PD) as a function of the vertical air temperature difference between head and ankles. The figure applies when the temperature increases upwards. People are less sensitive under decreasing temperatures. Determine the PD using Equation (7):

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(5,76 - 0,856 \cdot \Delta t_{a,v})} \quad (7)$$

Рівняння (7) отримане за результатами випробувань шляхом логістичного регресійного аналізу. Його слід використовувати тільки у випадку, коли $\Delta t_{a,v} < 8 \text{ }^\circ\text{C}$.

Equation (7), derived from the original data using logistic regression analysis, should only be used at $\Delta t_{a,v} < 8 \text{ }^\circ\text{C}$.



Позначки:

PD – відсоток незадоволених;

$\Delta t_{a,v}$ – різниця температур повітря по вертикалі між головою і ногами, $^\circ\text{C}$

Key:

PD – percentage dissatisfied, %

$\Delta t_{a,v}$ – vertical air temperature difference between head and feet, $^\circ\text{C}$

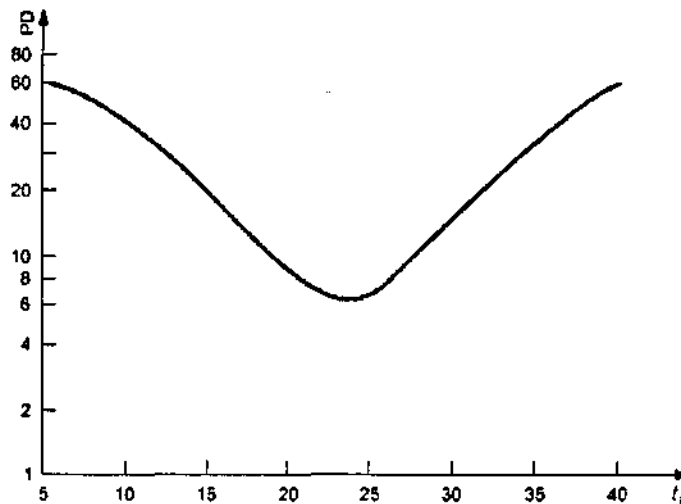
Рисунок 2 – Місцевий дискомфорт, викликаний вертикальною різницею температур повітря
Figure 2 – Local discomfort caused by vertical air temperature difference

6.4 Тепла та холодна підлога

Якщо підлога дуже тепла або занадто холодна, люди відчують дискомфорт через теплові відчуття їх ніг. Для людей, одягнених у легке (домашнє) взуття, комфорт передусім - це температура підлоги, а не матеріал покриття підлоги. На рисунку 3 показаний відсоток незадоволених як функцію температури підлоги, що заснована на дослідженнях зі стоячими і/або сидячими людьми.

6.4 Warm and cool floors

If the floor is too warm or too cool, the occupants could feel uncomfortable owing to thermal sensation of the feet. For people wearing light indoor shoes, it is the temperature of the floor rather than the material of the floor covering which is important for comfort. Figure 3 shows the percentage dissatisfied as a function of the floor temperature, based on studies with standing and/or sedentary people.



Позначки:

PD – відсоток незадоволених;

t_f – температура підлоги, °C

Key:

PD – percentage dissatisfied, %

t_f – floor temperature, °C

Рисунок 3 – Локальний температурний дискомфорт, викликаний теплою або холодною підлогою

Figure 3 – Local thermal discomfort caused by warm or cold floors

Для людей, що сидять або лежать на підлозі, можуть бути використані аналогічні значення. Значення PD розраховують за допомогою рівняння (8), отриманого за експериментальними даними з використанням нелінійного регресійного аналізу:

$$PD = 100 - 94 \cdot \exp(-1,387 + 0,118 \cdot t_f - 0,0025 \cdot t_f^2). \quad (8)$$

Результати не поширюються на електричні теплі підлоги при довгому перебуванні людини на підлозі.

Примітка. За допомогою електричного опалення забезпечується підведення тепла незалежно від температури поверхні. Водяна система опалення не забезпечить температуру вище ніж температура теплоносія - води.

Для поверхонь підлог, по яких люди ходять босими ногами, див. ISO/TS 13732-2.

6.5 Асиметрія радіаційного випромінювання

Асиметрія радіаційного випромінювання Δt_{pr} також може викликати дискомфорт. Люди найбільш чутливі до температурної асиметрії, що обумовлена теплою або холодною стелями, стінами

For people sitting or lying on the floor, similar values may be used. Determine the PD using Equation (8), derived from the original data using non-linear regression analysis:

For longer occupancy the results are not valid for electrically heated floors.

NOTE: By electrical heating, a certain heat input is provided independent of the surface temperature. A water-based heating system will not produce temperatures higher than the water temperature.

For spaces that people occupy with bare feet, see ISO/TS 13732-2.

6.5 Radiant asymmetry

Radiant asymmetry (Δt_{pr}) can also cause discomfort. People are most sensitive to radiant asymmetry caused by warm ceilings or cool walls (windows). Figure 4 shows the percentage dissatisfied as a func-

(вікнами). Рисунок 4 показує відсоток незадоволених як функцію асиметрії радіаційного випромінювання, обумовлену теплою стелею, прохолодною стіною, прохолодною стелею й теплою стіною. Рисунок 4 відноситься до оцінки асиметрії радіаційного випромінювання з боку в бік (вліво/вправо або вправо/вліво); інші позиції тіла по відношенню до поверхні (наприклад, попереду/позаду) не викликають збільшення дискомфорту. Значення PD розраховують з використанням рівнянь (9)-(12):

а) тепла стеля

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(2,84 - 0,174 \cdot \Delta t_{pr})} - 5,5; \quad \Delta t_{pr} < 23 \text{ }^\circ\text{C}; \quad (9)$$

б) холодна стіна

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(6,61 - 0,345 \cdot \Delta t_{pr})}; \quad \Delta t_{pr} < 15 \text{ }^\circ\text{C}; \quad (10)$$

с) холодна стеля

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(9,93 - 0,50 \cdot \Delta t_{pr})}; \quad \Delta t_{pr} < 15 \text{ }^\circ\text{C}; \quad (11)$$

д) тепла стіна

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(3,72 - 0,052 \cdot \Delta t_{pr})} - 3,5; \quad \Delta t_{pr} < 35 \text{ }^\circ\text{C}. \quad (12)$$

Рівняння (9) - (12) отримані на підставі оригінальних даних з використанням логістичного регресійного аналізу, і не повинні використовуватися за межами зазначених вище діапазонів.

Для а) (тепла стеля) і д) (тепла стіна) рівняння скориговані для визначення дискомфорту, викликаного іншими причинами, а не асиметрією радіаційного випромінювання (рисунок 4)

tion of the radiant temperature asymmetry caused by a warm ceiling, a cool wall, a cool ceiling or by a warm wall. For horizontal radiant asymmetry, Figure 4 applies from side-to-side (left/right or right/left) asymmetry, the curves providing a conservative estimate of the discomfort: no other positions of the body in relation to the surfaces (e.g. front/back) cause higher asymmetry discomfort. Determine the PD using Equations (9) to (12), as applicable.

а) Warm ceiling

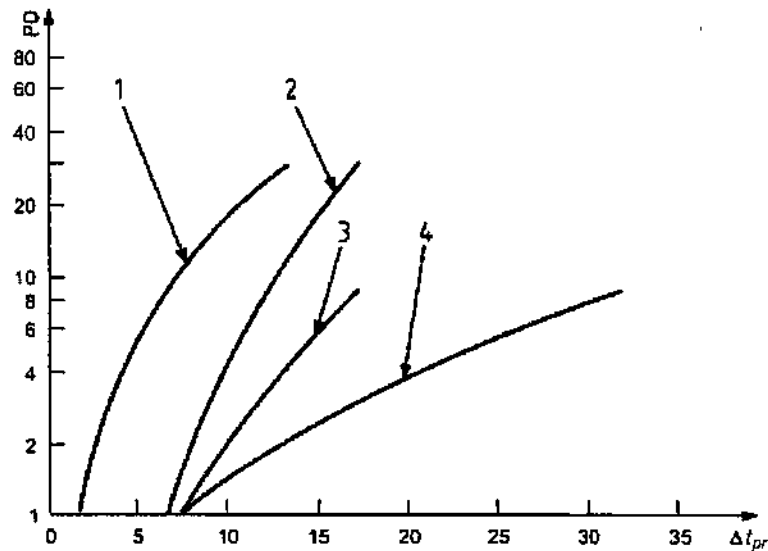
б) Cool wall

с) Cool ceiling

д) Warm wall

Equations (9) to (12) were derived from the original data using logistic regression analysis, and should not be used beyond the ranges shown above.

Those for а) (warm ceiling) and for d) (warm wall) have been adjusted to account for discomfort not caused by radiant asymmetry. See Figure 4.

**Позначки:**

PD – відсоток незадоволених;

 Δt_{pr} – асиметрія теплового випромінювання, °C;

1 – тепла стеля;

2 – прохолодна стіна;

3 – прохолодна стеля;

4 – тепла стіна.

Key:

PD – percentage dissatisfied, %

 Δt_{pr} – radiant temperature asymmetry, °C

1 Warm ceiling

2 Cool wall

3 Cool ceiling

4 Warm wall

Рисунок 4 – Локальний тепловий дискомфорт, викликаний асиметрією радіаційного випромінювання**Figure 4 – Local thermal discomfort caused by radiant temperature asymmetry****7 КОМФОРТНІ ТЕПЛОВІ
УМОВИ СЕРЕДОВИЩА**

Температурний (тепловий комфорт) - це стан задоволення тепловими умовами навколишнього середовища. Невдоволення може бути викликане дискомфортом від перегрівання або охолодження організму в цілому, що оцінюють за допомогою PMV і PPD, або небажаним охолодженням (перегріванням) однієї певної частини тіла.

Через індивідуальні відмінності неможливо встановити тепловий стан навколишнього середовища, який задовольнив би усіх. Завжди буде відсоток незадоволених людей. Але можна встановити середовища, прийнятні для певного відсотка людей.

Часто одна людина є більш чутливою до різних видів місцевого дискомфорту. Наприклад, людина, чутлива до протягу, також може бути чутливою до місцевого охолодження, викликаного

**7 Accessable thermal environment
for comfort**

Thermal comfort is that condition of mind which expresses satisfaction with the thermal environment. Dissatisfaction can be caused by warm or cool discomfort of the body as a whole, as expressed by the PMV and PPD, or by an unwanted cooling (or heating) of one particular part of the body.

Due to individual differences, it is impossible to specify a thermal environment that will satisfy everybody. There will always be a percentage dissatisfied occupants. But it is possible to specify environments predicted to be acceptable by a certain percentage of the occupants.

Often it will be the same persons who are sensitive to different types of local discomfort. For instance, a person sensitive to draught may also be sensitive to local cooling caused by radiant asymmetry or by

асиметрією радіаційного випромінювання або холодною підлогою. Така чутлива до холоду людина може відчувати дискомфорт для організму в цілому. Таким чином, показники PPD, DR або PD, розраховані для різних типів місцевого дискомфорту, не можна об'єднувати (складати/додавати).

У зв'язку з наявністю особливостей у місцевих або національних пріоритетах, технічним розвитком і кліматичними умовами в деяких випадках можуть бути встановлені в якості прийнятних більш високі вимоги (менший відсоток незадоволених) або більш низькі вимоги (більший відсоток незадоволених). У таких випадках для оцінки й проектування теплового середовища показники PMV і PPD, моделі протягу, зв'язки між параметрами місцевого теплового дискомфорту (див. розділ 6) й відсоток незадоволених, що очікується, слід використовувати для розрахунку різних діапазонів параметрів середовища.

Приклади різних категорій вимог наведені в додатку А.

8 ЗМІННІ ТЕПЛОВІ СЕРЕДОВИЩА

8.1 Загальні положення

Основою для методів, описаних у попередніх розділах, є стійкі стаціонарні умови. Часто термальне середовище є змінним, що потребує визначення можливості застосування методів. Є три види змінних умов, які характеризуються температурними циклами, дрейфами або керованими змінами й коливаннями температури.

8.2 Температурні цикли

Температурні цикли можуть виникати в результаті управління температурою в просторі. Якщо перепад коливань менше 1 К, то вони не впливають на комфорт і можна застосовувати рекомендації для стійких стаціонарних умов. Значні коливання можуть зменшити ко-

a cold floor. Such a cold-sensitive person may also more easily experience cool discomfort for the body as a whole. Therefore, the PPD, DR or PD caused by other types of local discomfort should not be added.

Due to local or national priorities, technical developments and climatic regions, a higher thermal quality (fewer dissatisfied) or lower quality (more dissatisfied) in some cases may be accepted. In such cases, the PMV and PPD, the model of draught, the relation between local thermal discomfort parameters (see Clause 6), and the expected percentage of dissatisfied people may be used to determine different ranges of environmental parameters for the evaluation and design of the thermal environment.

Examples of different categories of requirements are given in Annex A.

8 Non-steady-state thermal environments

8.1 General

The basis for the methods given in the preceding clauses is steady-state conditions. The thermal environments, however, often in a non-steady-state and the question arises as to whether the methods then apply. Three types of non-steady-state conditions can occur: temperature cycles, temperature drifts or ramps, and transients.

8.2 Temperature cycles

Temperature cycles can occur due to the control of the temperature in a space. If the peak-to-peak variation is less than 1 K, there will be no influence on the comfort and the recommendations for steady-state may be used. Higher peak variations can decrease comfort.

мфортність середовища.

8.3 Дрейфи або керовані зміни температури

Якщо швидкість змін температури при дрейфі або керованих змінах нижче ніж 2,0 К/год, то застосовують методи, які є варіацією методів для стійких середовищ.

8.4 Стрибки температури

Відповідно до перепадів температури можуть бути зроблені наступні загальні висновки.

Стрибки еквівалентної температури людина відчуває миттєво.

Після різкого підвищення еквівалентної температури нова стійка теплова чутливість виникає негайно, тобто показники PMV, PPD можуть бути використані для прогнозування комфорту.

Після різкого зниження еквівалентної температури чутливість спочатку падає нижче рівня, передбаченого PMV, а після цього збільшується і досягає стійкого адекватного рівня при збереженні температурних умов приблизно через 30 хв, тобто протягом перших 30 хв параметри PMV - PPD прогнозують занадто високі значення. Час для досягнення нового стійкого стану залежить від початкових умов.

9 ДОВГОСТРОКОВІ ОЦІНКИ ЗАГАЛЬНИХ УМОВ ТЕПЛОВОГО КОМФОРТУ

Різні категорії загального комфорту можуть бути встановлені у вигляді діапазонів для значень PMV - PPD (додаток А).

Якщо ці критерії виконані, в тому числі в екстремальних ситуаціях, потужність будь-якої установки опалення та/або охолодження HVAC (опалення, вентиляції, кондиціонування) повинна бути порівняно високою. Економічні і/або екологічні обмеження надають можливість отримати прийнятні обмеження інтервалу часу, протягом якого значення PMV буде залишатися за межами зазначених діапазонів.

8.3 Temperature drifts or ramps

If the rate of temperature change for drifts or ramps is lower than 2,0 K/h, the methods for steady-state variation apply.

8.4 Transients

In general, the following statements regarding transients can be made.

A step-change of operative temperature is felt instantaneously.

After an up-step in operative temperature, the new steady-state thermal sensation is experienced immediately, i.e. the PMV-PPD can be used to predict comfort.

Following a down-step in operative temperature, the thermal sensation drops at first to a level beneath the one predicted by PMV, then increases and reaches under steady-state conditions the steady-state level after approximately 30 min, i.e. the PMV-PPD predicts values that are too high for the first 30 min. The time to reach a new steady-state condition depends on the initial conditions.

9 Long-term evaluation of the general thermal comfort conditions

Different categories of general comfort may be specified as ranges for the PMV-PPD (see Annex A).

If these criteria are to be met, including extreme situations, the heating- and/or cooling capacity of any HVAC (heating, ventilation, air-conditioning) installation should be relatively high. Economic and/or environmental considerations can lead to acceptable limited time intervals during which the PMV will be allowed to stay outside the specified ranges.

Комфортні умови тестують протягом тривалого періоду часу для різних типів будівель та/або HVAC за допомогою моделювання. У такому випадку необхідно встановити значення характеристик умов довгострокового комфорту для порівняння проектів і продуктивності систем.

У додатку Н надається перелік методів, які можуть бути застосовані для цієї мети.

10 АДАПТАЦІЯ

У відповідності з цим стандартом при визначенні допустимого діапазону еквівалентної температури необхідно використовувати значення опору теплопередачі одягу, яке відповідає місцевим типам одягу і клімату.

У теплих або холодних середовищах часто має місце адаптація до температурних умов. Крім одягу, інші форми адаптації, наприклад, поза тіла і зниження активності, які важко піддаються кількісній оцінці, можуть призвести до прийняття вищих температур у приміщеннях. Люди, що працювали і жили у теплому кліматі, можуть більш легко приймати і підтримувати більш високу продуктивність праці в гарячих середовищах ніж люди, що живуть у холодному кліматі (див. ISO 7933 і ISO 7243).

Більш широкий діапазон прийнятності середовища може бути застосований для контрольованих людьми приміщень з кондиціонуванням у регіонах з теплим кліматом або під час теплих періодів року, коли температурні умови приміщень регулюються в першу чергу через відкриття і закриття вікон. Експерименти в експлуатаційних умовах показали, що люди в таких будинках можуть витримувати більш високі температури ніж ті, що передбачені PMV. У таких випадках теплові умови можуть бути розраховані на більші значення PMV ніж ті, що наведені у розділі 6 і додатку А.

By computer simulation or measurements, comfort conditions are often tested during longer periods for different types of building and/or HVAC design. The need here is to specify a characteristic value for the long term comfort conditions for comparison of designs and performances.

For this purpose, a non-exhaustive list of methods that could be applied is presented in Annex H.

10 Adaptation

In determining the acceptable range of operative temperature according to this International Standard, a clothing insulation value that corresponds to the local clothing habits and climate shall be used.

In warm or cold environments, there can often be an influence due to adaptation. Apart from clothing, other forms of adaptation, such as body posture and decreased activity, which are difficult to quantify, can result in the acceptance of higher indoor temperatures. People used to working and living in warm climates can more easily accept and maintain a higher work performance in hot environments than those living in colder climates (see ISO 7933 and ISO 7243).

Extended acceptable environments may be applied for occupant-controlled, naturally conditioned, spaces in warm climate regions or during warm periods, where the thermal conditions of the space are regulated primarily by the occupants through the opening and closing of windows. Field experiments have shown that occupants of such buildings could accept higher temperatures than those predicted by the PMV. In such cases, the thermal conditions may be designed for higher PMV values than those given in Clause 6 and Annex A.

ДОДАТОК А

(довідковий)

**ПРИКЛАДИ ВИМОГ ТЕПЛООВОГО
КОМФОРТУ ДЛЯ РІЗНИХ
КАТЕГОРІЙ СЕРЕДОВИЩ ТА
ВИДІВ ПРОСТОРУ**

A.1 Категорії теплових середовищ

Необхідне теплове середовище для простору може бути вибрано з трьох категорій: А, В й С відповідно до таблиці А.1. Всі критерії повинні бути виконані одночасно для кожної категорії.

Annex A

(informative)

**Examples of thermal comfort
requirements for different categories of
environment and types of space**

A.1 Categories of thermal environment

The desired thermal environment for a space may be selected from among the three categories, A, B and C according to Table A.1. All the criteria should be satisfied simultaneously for each category.

Таблиця А.1 - Характеристики категорій теплового середовища

Table A.1 - Categories of thermal environment

Категорії Category	Температурні відчуття тіла в цілому Thermal state of the body as a whole		Місцевий (локальний) дискомфорт Local discomfort			
	PPD, %	PMV	DR, %	PD, %		
				обумовлений caused by		
				різницею температур повітря по вертикалі vertical air temperature difference	теплою або холодною підлогою warm or cool floor	асиметрією радіаційного теплового випромінювання radiant asymmetry
A	<6	-0,2 < PMV < +0,2	< 10	<3	< 10	<5
B	< 10	-0,5 < PMV < +0,5	<20	<5	<10	<5
C	< 15	-0,7 < PMV < +0,7	<30	< 10	< 15	<10

Кожна категорія приписує максимальний відсоток незадоволених для організму в цілому PPD і PD для кожного з чотирьох видів місцевого дискомфорту. Деякі вимоги складно виконати на практиці, а інші можуть бути виконані досить легко. Складно знайти баланс між фактичною кількістю незадоволених і тими результатами, що практично одержуються з використанням існуючих технологій.

Each category prescribes a maximum percentage dissatisfied for the body as a whole (PPD) and a PD for each of the four types of local discomfort. Some requirements are difficult to meet in practice while others are quite easily met. The different percentages express a balance struck between the aim of a few dissatisfied and what is practically obtainable using existing technology.

Завдяки точності приладів для вимірювання вхідних параметрів, може бути складно перевірити відповідність PMV класу категорії A ($-0,2 < PMV < +0,2$). Замість цього перевірка може бути заснована на відповідності вхідних параметрів діапазону дії еквівалентної температури (A.2, таблиця A.5).

Три категорії, що представлені в таблиці A.1, застосовуються для приміщень, де перебувають люди, які піддані дії одного й того ж теплового середовища. Слід прагнути того, щоб кожна людина мала можливість здійснювати індивідуальний контроль теплового середовища. Індивідуальне управління локальною температурою повітря, середньою температурою радіаційного теплового випромінювання або швидкістю руху повітря може сприяти зниженню/балансуванню досить великих відмінностей між індивідуальними вимогами і, отже, може призвести до зменшення кількості незадоволених.

Модифікація одягу також може сприяти зниженню індивідуальних відмінностей при оцінюванні середовища. Вплив оптимальної еквівалентної температури на додавання або видалення різних предметів одягу наведено в таблиці C.2.

A.2 Діапазон еквівалентної температури

Для визначення простору існує оптимальна еквівалентна температура, яка відповідає $PMV = 0$, в залежності від активності та одягу людей. На рисунку A.1 показані оптимальна еквівалентна температура й допустимий діапазон температури як функції від одягу та активності для кожної з трьох категорій.

Оптимальна еквівалентна температура однакова для трьох категорій, у той час як допустимий діапазон навколо оптимальної температури змінюється.

Owing to the accuracy of instrumentation for measuring the input parameters, it can be difficult to verify that the PMV conforms to the Class A category ($-0,2 < PMV < +0,2$). Instead, the verification may be based on the equivalent operative temperature range, as specified in A.2 and in Table A.5.

The three categories presented in Table A.1 apply to spaces where persons are exposed to the same thermal environment. It is an advantage if some kind of individual control of the thermal environment can be established for each person in a space. Individual control of the local air temperature, mean radiant temperature or air velocity can contribute to balancing the rather large differences between individual requirements and consequently can lead to fewer dissatisfied.

Modification of the clothing can also contribute to balance individual differences. The effect on the optimum operative temperature of adding or removing different garments is described in Table C.2.

A.2 Operative temperature range

For a given space there exists an optimum operative temperature corresponding to $PMV = 0$, depending on the activity and the clothing of the occupants. Figure A.1 shows the optimum operative temperature and the permissible temperature range as a function of clothing and activity for each of the three categories.

The optimum operative temperature is the same for the three categories, while the permissible range around the optimum operative temperature varies.

Еквівалентна температура у всіх місцях в межах зайнятої зони простору повинна весь час бути в межах допустимого діапазону. Це означає, що допустимий діапазон повинен охоплювати як просторові, так і часові варіації, в тому числі коливання, викликані системою управління.

Рисунок А.1 стосується відносної вологості 50 %; проте в помірних теплових середовищах вологість повітря має незначний вплив на температурну чутливість. Як правило, підвищення на 10 % відносної вологості та температури на 0,3 °C сприймаються людиною однаково, як підвищення температури середовища.

Значення PD в таблиці А.1 не є адитивними. На практиці при використанні суб'єктивних анкет в експлуатаційних умовах число незадоволених осіб може бути визначено (ISO 10551).

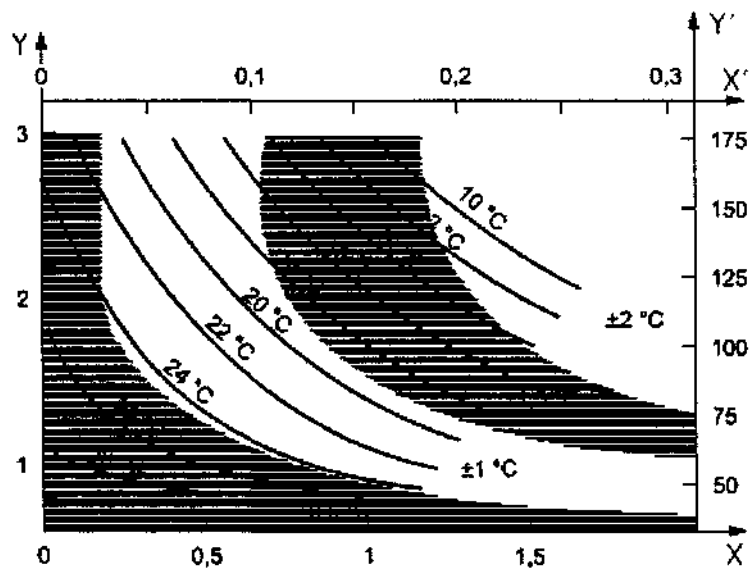
Передбачається, що швидкість руху повітря в просторі складає менше $< 0,1$ м/с. Відносна швидкість повітря v_{ar} , викликана рухом тепла, оцінюється в нуль при швидкості обміну речовин M менше 1 мет і $v_{ar} = 0,3 (M - 1)$ - при $M > 1$ мет. Діаграми встановлені при відносній вологості 50 %, але вологість має незначний вплив на оптимальні та допустимі температурні діапазони.

The operative temperature at all locations within the occupied zone of a space should at all times be within the permissible range. This means that the permissible range should cover both spatial and temporal variations, including fluctuations caused by the control system.

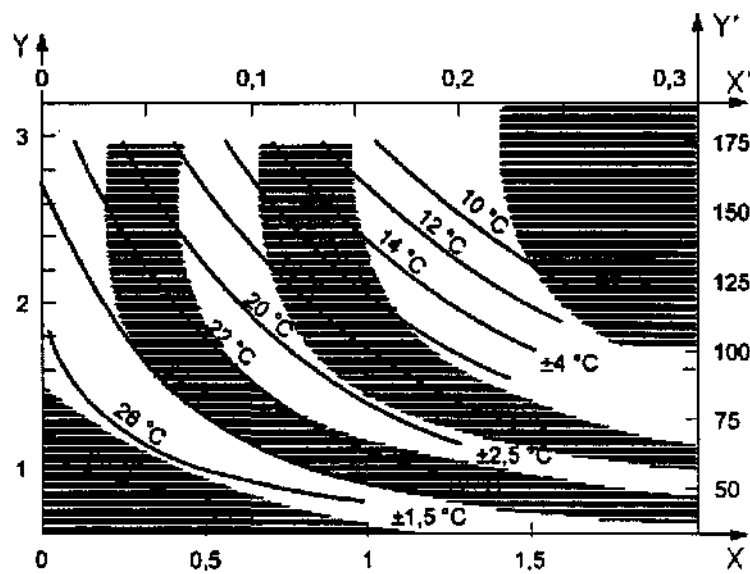
Figure A.1 applies for a relative humidity of 50 %; however, in moderate environments the air humidity has only a modest impact on the thermal sensation. Typically, a 10 % higher relative humidity and a 0,3 °C higher operative temperature are perceived as being warmer in equal measure.

The PDs in Table A.1 are not additive. In practice, a higher or lower number of dissatisfied persons may be found when using subjective questionnaires in field investigations (see ISO 10551).

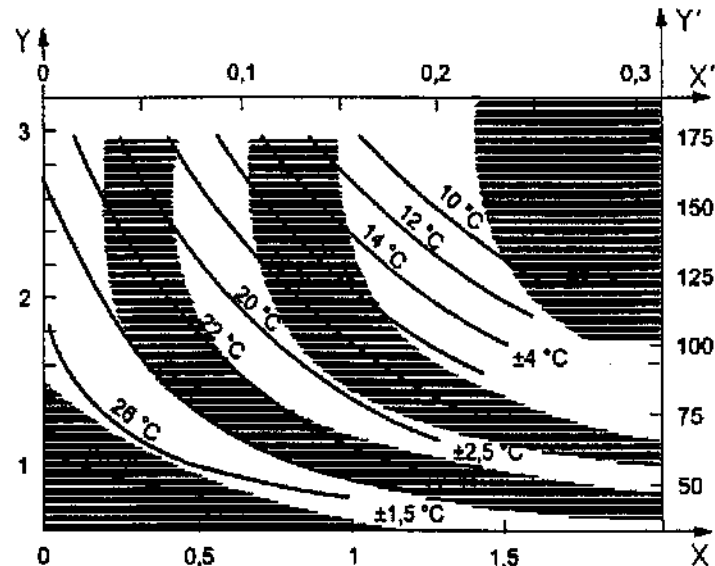
The air velocity in the space is assumed to be $< 0,1$ m/s. The relative air velocity, v_{ar} , caused by body movement is estimated to be zero for a metabolic rate, M , less than 1 met and $v_{ar} = 0,3 (M - 1)$ for $M > 1$ met. The diagrams are determined for a relative humidity = 50 %, but the humidity only has a slight influence on the optimum and permissible temperature ranges.



Категорія А: PPD < 6 %
Category A: PPD < 6 %



Категорія В: PPD < 10 %
Category B: PPD < 10 %



Категорія C: PPD < 15 %

Category C: PPD < 15 %

Діаграма оптимальної еквівалентної температури у залежності від одягу й рухливої активності для трьох категорій.

The diagrams also show the range around the optimum temperature for the three categories.

Позначки:

- PPD – прогнозований відсоток незадоволених;
- X – основна ізоляція одягу, кло;
- X' – основна ізоляція одягу, м²·°C/Вт;
- Y – швидкість обміну речовин, мет;
- Y' – швидкість обміну речовин, Вт/м²

Key:

- PPD – predicted percentage dissatisfied, %
- X – basic clothing insulation, in clothing units, (clo)
- X' – basic clothing insulation, in clothing units, m²·°C/W
- Y – metabolic rate, in metabolic units, (met)
- Y' – metabolic rate, in metabolic units, W/m²

Рисунок А.1 – Оптимальна температура як функція одягу та активності
Figure A.1 – Optimum operative temperature as function of clothing and activity

А.3 Локальний тепловий дискомфорт

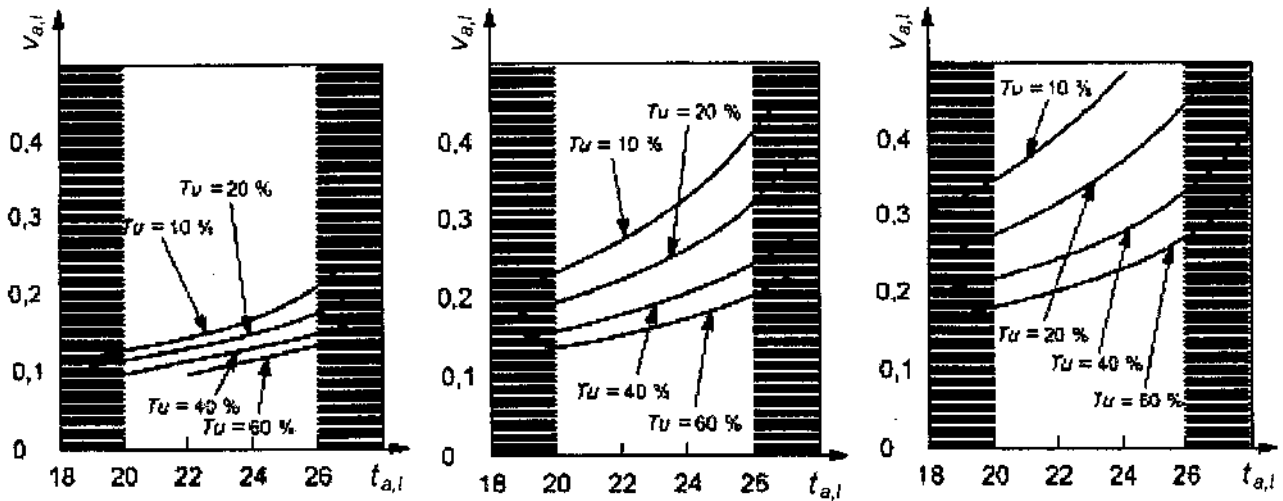
A.3 Local thermal discomfort

Рисунок А.2 надає діапазон параметрів локального теплового дискомфорту для трьох категорій, відображених у таблиці А.1.

Figure A.2 give ranges for local thermal discomfort parameters for the three categories presented in Table A. 1.

Максимально допустиме значення швидкості повітря є функцією локальної температури повітря та інтенсивності турбулентності. Інтенсивність турбулентності може варіюватися між 30% та 60% у приміщеннях зі змішаним постачанням повітря. У приміщеннях із зсувною вентиляцією чи без механічної вентиляції інтенсивність турбулентності може бути нижчою.

The max. allowable mean air velocity is a function of local air temperature and turbulence intensity. The turbulence intensity may vary between 30 % and 60 % in spaces with mixed-flow air distribution. In spaces with displacement ventilation or without mechanical ventilation, the turbulence intensity may be lower.



Категорія А: DR = 10 %
Category A: DR = 10 %

Категорія В: DR = 20 %
Category B: DR = 20 %

Категорія С: DR = 30 %
Category C: DR = 30 %

Позначки:

$t_{a,l}$ – локальна температура повітря, °C;
 $\bar{v}_{a,l}$ – локальна середня швидкість руху повітря, м/с;
 Tu – інтенсивність турбулентності, %

Key:

$t_{a,l}$ – local air temperature, °C
 $\bar{v}_{a,l}$ – local mean air velocity, m/s
 Tu – turbulence intensity, %

Рисунок А.2 – Максимально допустима середня швидкість повітря в залежності від локальної температури повітря та інтенсивності турбулентності

Figure A.2 – Max. allowable mean air velocity as function of local air temperature and turbulence intensity

У таблицях А.2, А.3 і А.4 наведені значення, що призводять до локального теплового дискомфорту: різниця температур повітря по вертикалі, тепла/холодна підлога і асиметрія радіаційного теплового випромінювання.

Tables A.2, A.3 and A.4 give values for the local thermal discomfort causes: vertical air temperature difference, warm/cold floor and radiant temperature asymmetry.

Таблиця А.2 - Перепад температур повітря по вертикалі між головою та щиколотками ніг

Table A.2 - Vertical air temperature difference between head and ankles

Категорії Category	Перепад температури повітря ^a по вертикалі, °C Vertical air temperature difference ^a °C
А	<2
Б	<3
С	<4

^a 1,1 та 0,1 м над підлогою
^a 1,1 and 0,1 m above floor

Таблиця А.3 - Діапазон температур поверхні підлоги**Table A.3** - Range of floor temperature

Категорії Category	Діапазон температур поверхні підлоги, °C Floor surface temperature range °C
А	Від 19 до 29 19 to 29
Б	Від 19 до 29 19 to 29
С	Від 17 до 31 17 to 31

Таблиця А.4 - Асиметрія теплового випромінювання**Table A.4** - Radiant temperature asymmetry

Категорії Category	Асиметрія теплового випромінювання, °C Radiant temperature asymmetry °C			
	Тепла стеля Warm ceiling	Холодна стіна Cool wall	Холодна стеля Cool ceiling	Тепла стіна Warm wall
А	<5	< 10	<14	<23
Б	<5	< 10	< 14	<23
С	<7	< 13	<18	<35

А.4 Критерії проектування для різних типів простору. Приклади

Критерії проектування, зазначені в таблиці А.5, виведені для наступних умов. Критерії для еквівалентної температури засновані на типових рівнях активності руху, одяг з показником -0,5 кло протягом літа ("теплий сезон") і з показником - 1,0 кло в зимовий період ("холодний, опалювальний сезон"). Критерії для середньої швидкості руху повітря припускають інтенсивність турбулентності приблизно в 40 % (змішана вентиляція). Наведені критерії проектування дійсні також і для інших типів просторів з аналогічними параметрами.

A.4 Design criteria for different types of space - Examples

The design criteria specified in Table A.5 are derived under certain assumptions. For the thermal environment, the criteria for the operative temperature are based on typical levels of activity, for clothing of 0,5 clo during summer ("cooling season") and 1,0 clo during winter ("heating season"). The criteria for the mean air velocity apply for a turbulence intensity of approximately 40 % (mixing ventilation). The design criteria are valid for the occupancy conditions as given, but could also be applicable to other types of spaces used in similar ways

Таблиця А.5 - Приклади критеріїв проектування для приміщень в різних типах будівель**Table A.5** - Example design criteria for spaces in various types of building

Типи будівель/просторів Type of building/space	Діяльність, Вт/м ² Activity W/m ²	Категорії Category	Еквівалентна температура, °C Operative temperature °C		Максимальна середня швидкість руху повітря ^a , м/с Maximum mean air velocity ^a , m/s	
			Літо (теплий сезон) Summer (cooling season)	Зима (холодний сезон) Winter (heating season)	Літо (теплий сезон) Summer (cooling season)	Зима (холодний сезон) Winter (heating season)
Приміщення з відкритим простором Single office Приміщення з перегородками Landscape office Концертна зала Conference room Аудиторія Auditorium Кафе Cafeteria/restaurant Клас Classroom	70	A	24,5±1,0	22,0±1,0	0,12	0,10
		B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,19	0,16
		C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,24	0,21 ^b
Дитячий садочок Kindergarten	81	A	23,5±1,0	20,0±1,0	0,11	0,10 ^b
		B	23,5±2,0	22,0±2,5	0,18	0,15 ^b
		C	23,5±2,5	22,0±3,5	0,23	0,19 ^b
Універмаг Department store	93	A	23,0±1,0	19,0±1,5	0,16	0,13 ^b
		B	23,0±2,0	19,0±3,0	0,20	0,15 ^b
		C	23,0±3,0	19,0±4,0	0,23	0,18 ^b

^a Максимальна швидкість руху повітря прийнята при інтенсивності турбулентності у 40 % і температурі повітря, яка дорівнює еквівалентній температурі за 6.2 і рисунком А.2. Значення відносної вологості 60 % і 40 % використовується для літа та зими відповідно. Для літнього та зимового періодів для визначення максимальної швидкості повітря використовується найнижча температура в наданому діапазоні.

^a The maximum mean air velocity is based on a turbulence intensity of 40 % and air temperature equal to the operative temperature according to 6.2 and Figure A.2. A relative humidity of 60 % and 40 % is used for summer and winter, respectively. For both summer and winter a lower temperature in the range is used to determine the maximum mean air velocity.

^b Межа нижче 20 ° C (рисунок А.2).

^b Below 20 °C limit (see Figure A.2).

ДОДАТОК В

(довідковий)

**ШВИДКІСТЬ ОБМІНУ РЕЧОВИН
(МЕТАБОЛІЗМ) ПРИ
РІЗНОМАНІТНІЙ АКТИВНОСТІ
РУХУ**

Додаткова інформація про швидкість метаболізму дається в ISO 8996. Літні люди часто мають більш низьку середню активність ніж молоді, що також потрібно взяти до уваги.

Annex B

(informative)

Metabolic rates of different activities

Further information on metabolic rates is given in ISO 8996. That elderly people often have a lower average activity than younger people also needs to be taken into account.

Таблиця В.1 - Швидкість обміну речовин
Table B.1 - Metabolic rates

Рухлива активність, поза Activity	Швидкість обміну речовин Metabolic rate	
	Вт/м ² W/m ²	мет met
Напівлежачі Reclining	46	0,8
Сидячі розслаблено Seated, relaxed	58	1,0
Сидяча робота (офіс, вдома, у школі, лабораторії) Sedentary activity (office, dwelling, school, laboratory)	70	1,2
Легка активність руху, робота стоячи (продавець, лабораторія, легка промисловість) Standing, light activity (shopping, laboratory, light industry)	93	1,6
Середня активність руху, робота стоячи (продавець, механічна робота, ...) Standing, medium activity (shop assistant, domestic work, machine work, ...)	116	2,0
Крокування по горизонтальній поверхні: Walking on level ground:		
2 км/год (km/h)	110	1,9
3 км/год (km/h)	140	2,4
4 км/год (km/h)	165	2,8
5 км/год (km/h)	200	3,4

ДОДАТОК С

(довідковий)

**РОЗРАХУНОК ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ
ОДЯГУ****С.1 Основні положення**

Термічний опір одягу l_{cl} може бути розрахований безпосередньо з даних, представлених у таблиці С.1 для типових комбінацій одягу (значення для статичної теплоізоляції), або побічно, шляхом підсумовування значень термічного опору кожного елемента одягу l_{clw} як показано в таблиці С.2.

У таблиці С.2 надані відповідні зміни до оптимальної оперативної температури, необхідні для підтримки теплової чутливості на нейтральному рівні, коли одяг додається або видаляється при легкій, в основному, сидячій діяльності (1,2 мет).

Для осіб, що сидять, крісло може вносити додаткову ізоляцію від 0 кло до 0,4 кло (таблиця С.3).

Додаткова інформація наведена в ISO 9920.

Annex C

(informative)

**Estimation of thermal insulation of
clothing ensembles****C.1 General**

The clothing insulation (l_{cl}) can be estimated directly from the data presented in Table C.1 for typical combinations of garments (the values are for static thermal insulation), or indirectly, by summation of the partial insulation values for each item of clothing, l_{clw} as presented in Table C.2.

Table C.2 gives the corresponding change in the optimum operative temperature necessary to maintain thermal sensation at neutral when a garment is added or removed at light mainly sedentary activity (1,2 met).

For sedentary persons, the chair can contribute an additional insulation of 0 clo to 0,4 clo (see Table C.3).

Further information is given in ISO 9920.

Таблиця С.1 - Термічний опір типових комбінацій одягу**Table C.1** - Thermal insulation for typical combinations of garments

Робочий одяг Work clothing	l_{cl}		Повсякденний одяг Daily wear clothing	l_{cl}	
	кло clo	m^2K/W		кло clo	m^2K/W
1	2	3	4	5	6
Штани, комбінезон, шкарпетки, черевики Underpants, boiler suit, socks, shoes	0,70	0,110	Труси, футболки, шорти, світлі шкарпетки, сандалі Panties, T-shirt, shorts, light socks, sandals	0,30	0,050
Труси, сорочка, костюм, шкарпетки, черевики Underpants, shirt, boiler suit, socks, shoes	0,80	0,125	Труси, сорочка з коротким рукавом, світлі брюки, світлі шкарпетки, черевики Underpants, shirt with short sleeves, light trousers, light socks, shoes	0,50	0,080
Труси, сорочка, штани, блузи, шкарпетки, черевики Underpants, shirt, trousers, smock, socks, shoes	0,90	0,140	Труси, нижня спідниця, панчохи, сукня, взуття Panties, petticoat, stockings, dress, shoes	0,70	0,105

Продовження таблиці С.1

1	2	3	4	5	6
Нижня білизна з короткими рукавами, сорочки, брюки, куртки, шкарпетки, взуття Underwear with short sleeves and legs, shirt, trousers, jacket, socks, shoes	1,00	0,155	Нижня білизна, сорочки, брюки, шкарпетки, черевики Underwear, shirt, trousers, socks, shoes	0,70	0,110
Нижня довга білизна, шкарпетки, черевики Underwear with long legs and sleeves, thermo-jacket, socks, shoes	1,20	0,185	Труси, сорочки, брюки, куртки, шкарпетки, черевики Panties, shirt, trousers, jacket, socks, shoes	1,00	0,155
Нижня коротка білизна, сорочка, штани, куртки важкі стьобані з зовнішньою оболонкою і комбінезони, шкарпетки, взуття, шапки, рукавички Underwear with short sleeves and legs, shirt, trousers, jacket, heavy quilted outer jacket and overalls, socks, shoes, cap, gloves	1,40	0,220	Труси, панчохи, блузка, довга спідниця, піджак, туфлі Panties, stockings, blouse, long skirt, jacket, shoes	1,10	0,170
Нижня білизна з короткими рукавами, сорочка, штани, куртки важкі стьобані з зовнішньою оболонкою і комбінезон, шкарпетки, черевики Underwear with short sleeves and legs, shirt, trousers, jacket, heavy quilted outer jacket and overalls, socks, shoes	2,00	0,310	Нижня білизна з довгими рукавами, сорочка, штани, V-подібний виріз, светри, куртки, шкарпетки, черевики Underwear with long sleeves and legs, shirt, trousers, V-neck sweater, jacket, socks, shoes	1,30	0,200
Нижня білизна з довгими рукавами, термпіджак та брюки, термокомбінезони, шкарпетки, взуття, шапки, рукавички Underwear with long sleeves and legs, thermo-jacket and trousers, Parka with heavy quilting, overalls with heavy quilting, socks, shoes, cap, gloves	2,55	0,395	Нижня білизна з короткими рукавами, сорочка, брюки, жилети, куртки, пальто, шкарпетки, черевики Underwear with short sleeves and legs, shirt, trousers, vest, jacket, coat, socks, shoes	1,50	0,230

Таблиця С.2 - Термічний опір одягу, а також зміни оптимальної еквівалентної температури

Table C.2 - Thermal insulation for garments and changes of optimum operative temperature

Одяг Garment	l_{clu}		Зміни оптимальної еквівалентної температури, °C Change of optimum operative temperature, °C
	кло clo	м ² К/Вт m ² К/W	
1	2	3	4
Нижня білизна Underwear			
Труси Panties	0,03	0,005	0,2
Труси з довгими колошами Underpants with long legs	0,10	0,016	0,6
Майка Singlet	0,04	0,006	0,3
Футболка T-shirt	0,09	0,014	0,6
Сорочка з довгим рукавом Shirt with long sleeves	0,12	0,019	0,8
Трусики і бюстгальтер Panties and bra	0,03	0,005	0,2
Сорочки/Блузки Shirts/Blouses			
Одяг з короткими рукавами Short sleeve	0,15	0,023	0,9
Легкий одяг з довгими рукавами Light-weight, long sleeves	0,20	0,031	1,3
Нормальний з довгими рукавами Normal, long sleeves	0,25	0,039	1,6
Фланелеві сорочки з довгими рукавами Flannel shirt, long sleeves	0,30	0,047	1,9
Легкі блузи, довгі рукава Light-weight blouse, long sleeves	0,15	0,023	0,9
Штани Trousers			
Шорти Shorts	0,06	0,009	0,4
Легкі брюки Light-weight	0,20	0,031	1,3
Нормальні брюки Normal	0,25	0,039	1,6
Фланелеві брюки	0,28	0,043	1,7

Flannel			
---------	--	--	--

1	2	3	4
Сукні, спідниці Dresses/Skirts Легкі спідниці, літо Light skirts (summer)	0,15	0,023	0,9
Теплі спідниці, зима Heavy skirt (winter)	0,25	0,039	1,6
Легкі сукні, короткий рукав Lightdress, shortsleeves	0,20	0,031	1,3
Зимові сукні, довгий рукав Winter dress, long sleeves	0,40	0,062	2,5
Комбінезони Boiler suit	0,55	0,085	3,4
Светри Sweaters Жилет, короткі рукава Sleevelessvest	0,12	0,019	0,8
Тонкий светр Thin sweater	0,20	0,031	1,3
Светр Sweater	0,28	0,043	1,7
Товстий светр Thick sweater	0,35	0,054	2,2
Куртки Jackets Легка літня куртка Light, summer jacket	0,25	0,039	1,6
Куртка Jacket	0,35	0,054	2,2
Блузон Smock	0,30	0,047	1,9
Високоізоляційні, волоконно-шкіряні High-insulative, fibre-pelt Комбінезон Boiler suit	0,90	0,140	5,6
Брюки Trousers	0,35	0,054	2,2
Куртка Jacket	0,40	0,062	2,5
Жилет Vest	0,20	0,031	1,3

Кінець таблиці С.2

1	2	3	4
Верхній одяг Outdoor clothing			
Пальто Coat	0,60	0,093	3,7
Пуховик Down jacket	0,55	0,085	3,4
Куртка Аляска Parka	0,70	0,109	4,3
Шкіротолокняний комбінезон Fibre-peltoverall	0,55	0,085	3,4
Інший одяг Sundries			
Шкарпетки Socks	0,02	0,003	0,1
Товсті шкарпетки по щиколотку Thick, ankle socks	0,05	0,008	0,3
Товсті високі шкарпетки Thick, long socks	0,10	0,016	0,6
Нейлонові панчохи Nylon stockings	0,03	0,005	0,2
Взуття з тонкою підошвою Shoes (thin soled)	0,02	0,003	0,1
Взуття з товстою підошвою Shoes (thick soled)	0,04	0,006	0,3
Чоботи Boots	0,10	0,016	0,6
Рукавички Gloves	0,05	0,008	0,3

Таблиця С.3 - Значення термічного опору стільців**Table C.3** - Thermal insulation values for chairs

Тип стільця Type of chair	l_{clu}	
	КЛО clo	$\text{m}^2\text{K/Вт}$ $\text{m}^2\text{K/W}$
Сітчастий/металевий стілець Net/metal chair	0,00	0,00
Дерев'яний стілець Wooden stool	0,01	0,002
Стандартний офісний стілець Standard office chair	0,1	0,016
Крісло керівника Executive chair	0,15	0,023

Значення, що наведені в таблиці С.3, потрібно додати до значень термічного опору індивідуальної ізоляції одягу з таблиці С.2 або до значень термічного опору комплектів одягу з таблиці С.1.

С.2 Визначення характеристик динамічної ізоляції одягу

Активність і вентиляція змінюють характеристики теплової ізоляції одягу й суміжного шару повітря. Рух повітря і рухи тіла зменшують опір теплопередачі, що потребує відповідного коригування. Коригувальний коефіцієнт для визначення опору теплопередачі одягу може бути розрахований з використанням рівнянь (В.1)-(В.3).

Для людини, одягненої в нормальний або легкий одяг ($0,6 < l_{cl} < 1,4$ кло або $1,2 < l_T < 2,0$ кло):

$$I_{T,r} = I_T \cdot \text{Corr}, I_T = I_T \cdot \exp \left[-0,281 \cdot (v_{ar} - 0,15) + 0,44 \cdot (v_{ar} - 0,15)^2 - 0,492 \cdot v_w + 0,176 \cdot v_w^2 \right], \quad (\text{B.1})$$

де

$I_{T,r}$ – опір теплопередачі одягу або одиниць одягу, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$ або кло;

I_T – термічний опір одягу або одиниць одягу, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$ або кло;

Corr, I_T – поправочний коефіцієнт для опору теплопередачі одягу;

v_{ar} – швидкість повітря по відношенню до людини, $\text{m}/\text{с}$;

v_w – швидкість переміщення людини, $\text{m}/\text{с}$.

Для оголеної людини ($l_{cl} = 0$ кло):

$$I_{a,r} = I_a \cdot \text{Corr}, I_a = I_a \cdot \exp \left[-0,533 \cdot (v_{ar} - 0,15) + 0,069 \cdot (v_{ar} - 0,15)^2 - 0,462 \cdot v_w + 0,201 \cdot v_w^2 \right], \quad (\text{B.2})$$

де

$I_{a,r}$ – опір тепловіддачі повітря в даних умовах або одиниць одягу, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$ або кло;

I_a – термічний опір граничного шару повітря або одиниць одягу, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$ або кло;

Corr, I_a – поправочний коефіцієнт для I_a .

Результуючу динамічну ізоляцію одягу визначають за рівнянням

The values given in Table C.3 may be added to individual garment insulation values taken from Table C.2 or to the ensemble values from Table C.1.

C.2 Determination of dynamic insulation characteristics of clothing

The activity as well as ventilation modify the insulation characteristics of the clothing and the adjacent air layer. Both wind and body movement reduce the insulation, which therefore needs to be corrected. The correction factor for the static total clothing insulation and the external air layer insulation can be estimated using Equations (B.1) to (B.3).

For a clothed person in normal or light clothing ($0,6 < l_{cl} < 1,4$ clo or $1,2 < l_T < 2,0$ clo):

where

$I_{T,r}$ is the resultant total clothing insulation, in square meters Kelvin per watt or clothing units ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ or clo);

I_T is the total clothing insulation, in square meters Kelvin per watt or clothing units ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ or clo);

Corr, I_T is the correction factor for the total clothing insulation;

v_{ar} is the air velocity relative to the person, in meters per second;

v_w is the walking speed, in meters per second

For a nude person ($l_{cl} = 0$ clo):

where

$I_{a,r}$ is the resultant insulation provided by the boundary air layer under the current conditions, in square meters Kelvin per watt or clothing units ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ or clo);

I_a is the insulation provided by the boundary air layer, in square meters Kelvin per watt or clothing units ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ or clo);

Corr, I_a is the correction factor for I_a .

The resultant dynamic clothing insulation is determined by

$$I_{cl,r} = I_{T,r} - \frac{I_{a,r}}{f_{cl}},$$

де

f_{cl} – коефіцієнт площі одягу (відношення площі поверхні одягненого тіла до площі оголеного тіла), де v_{ar} повинна бути в межах до 3,5 м/с та v_w до 1,2 м/с.

Якщо швидкість переміщення людини не визначена або людина нерухома, значення для v_w обчислюють за формулою

$$v_w = 0,0052 (M - 58) \text{ з (with) } v_w \leq 0,7 \text{ м/с (m/s)} .$$

Для дуже низьких значень ізоляції одягу, наприклад, для $0 \text{ clo} \leq I_{cl} \leq 0,6 \text{ clo}$, була виведена інтерполяція між рівняннями (B.1) і (B.2):

$$\frac{I_{T,r}}{I_T} = \frac{((0,6 - I_{cl}) \cdot I_{T,r,nude} + I_{cl} \cdot I_{T,r,dressed})}{0,6}, \quad (B.3)$$

де

$I_{T,r,dressed}$ – одягнені, дорівнює I_T , визначеному у відповідності з рівнянням (B.1), кло;

$I_{T,r,nude}$ – роздягнені, дорівнює I_a , визначеному у відповідності з рівнянням (B.2), кло.

where

f_{cl} is the clothing area factor; the ratio of the surface area of the clothed body to the surface area of the nude body, and where v_{ar} should be limited to 3,5 m/s and v_w to 1,2 m/s.

When the walking speed is undefined or the person is stationary, the value for v_w can be calculated as

For very low clothing insulations, e.g. for $0 \text{ clo} \leq I_{cl} \leq 0,6 \text{ clo}$, an interpolation between Equations (B.1) and (B.2) has been derived:

where

$I_{T,r,dressed}$ is equal to I_T , as determined by Equation B.1, in clothing units (clo);

$I_{T,r,nude}$ is equal to I_a determined by Equation B.2, in clothing units (clo).

ДОДАТОК D

Annex D

(normative)

Національна примітка.

В Україні додаток D є довідковим

**КОМП'ЮТЕРНА ПРОГРАМА
ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ PMV ТА PPD**

Наведена комп'ютерна програма на BASIC надає можливість обчислювати PMV і PPD для заданого набору уведених змінних. Інші мови програмування також можуть бути використані, але результат має бути верифікований за допомогою цієї програми або за прикладами, наведеними в таблиці D.1.

Динамічні впливи на ізоляцію одягу повинні бути скориговані до визначення опору теплопередачі одягу $l_{cl,r}$.

**Computer program for calculating
PMV and PPD**

The following BASIC program computes the PMV and the PPD for a given set of input variables. Other programming languages may also be used, but the output should be verified with the given BASIC code or with the example values given in Table D.1.

Dynamic effects on clothing insulation shall be corrected for before inserting the resultant thermal insulation for the clothing ($l_{cl,r}$) in this equation.

	Змінні Variables	Позначки в програмі Symbols in program
	Одяг, кло Clothing, clo	CLO
	Швидкість обміну речовин, мет Metabolic rate, met	MET
	Зовнішня робота, мет External work, met	WME
	Температура повітря, °C Air temperature, °C	TA
	Середня температура випромінювання, °C Mean radiant temperature, °C	TR
	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s	VEL
	Відносна вологість, % Relative humidity, %	RH
	Парціальний тиск водяної пари, Па Partial water vapour pressure, Pa	PA
10	Комп'ютерна програма (на BASIC) для обчислення	Computer program (BASIC) for calculation of
20	Прогнозованої середньої оцінки (PMV) та прогнозованого процента невдоволених (PPD)	Predicted Mean Vote (PMV) and Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD)
30	у відповідності з Міжнародним стандартом ISO 7730	in accordance with International Standard ISO 7730
40	CLS: PRINT "DATA ENTRY"	data entry
50	INPUT "Clothing (clo)"	CLO
60	INPUT "Metabolic rate (met)"	MET

70	INPUT "External work, normally around 0 (met)"	WME
80	INPUT "Air temperature (°C)"	TA
90	INPUT "Mean radiant temperature (°C)"	TR
100	INPUT "Relative air velocity (m/s)"	VEL
110	INPUT "ENTER EITHER RH OR WATER VAPOUR PRESSURE BUT NOT BOTH"	
120	INPUT "Relative humidity (%)"	RH
130	INPUT "Water vapour pressure (Pa)"	PA
140	DEF FNPS (T) = EXP (16.6536-4030.183/T+235):	
	тиск насиченої пари, кПа	saturated vapour pressure, kPa
150	IF PA = 0 THEN PA = RH * 10 * FNPS (TA):	
	тиск водяної пари, Па	water vapour pressure, Pa
160	ICL = .155 * CLO:	
	термічний опір одягу в м ² ·К/Вт	thermal insulation of the clothing in м ² ·К/Вт
170	M = MET * 58.15:	
	швидкість обміну речовин в Вт/м ²	metabolic rate in W/m ²
180	W = WME * 58.15:	
	внутрішня робота в Вт/м ²	external work in W/m ²
190	MW = M – W:	
	внутрішнє виробництво тепла у тілі людини	internal heat production in the human body
200	IF ICL > .078 THEN FCL = 1 + 1.29 * ICL ELSE FCL = 1.05 + 0.645 * ICL:	
	множник площі одягу	clothing area factor
210	HCF = 12.1 * SQR (VEL):	
	коефіцієнт теплообміну при примусовій конвекції	heat transf. coeff. by forced convection
220	TAA = TA + 273:	
	температура повітря в К	air temperature in Kelvin
230	TRA = TR + 273:	
	середня температура випромінювання в К	mean radiant temperature in Kelvin
240	ОБЧИСЛЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВЕРХНІ ОДЯГУ ЗА ДОПОМОГОЮ ІТЕРАЦІЇ	CALCULATE SURFACE TEMPERATURE OF CLOTHING BY ITERATION
250	TCLA = TAA + (35.5 – TA) / (3.5 * ICL + .1):	
	перша пропозиція про температуру поверхні одягу	first guess for surface temperature of clothing
260	P1 = ICL * FCL:	
	Період обчислення	calculation term
270	P2 = P1 * 3.96:	
	Період обчислення	calculation term
280	P3 = P1 * 100:	
	Період обчислення	calculation term
290	P4 = P1 * TAA:	
	Період обчислення	calculation term

```

300          P5 = 308.7 - .028 * MW + P2 * (TRA/100) * 4
310          XN = TLCA / 100
320          XF = XN
330          N = 0: N:
           кількість повторень                number of iterations
340          EPS = .00015:
           критерій зупинки при повторенні    stop criteria in iteration
350          XF = (XF + XN)/2
360          HCN = 2.38 * ABS (100 * XF - TAA) ^ .25:
           коефіцієнт теплообміну при нормальній конвекції    heat transf. coeff. by natural convection
370          IF HCF > HCN THEN HC = HCF ELSE HC = HCN
380          XN = (P5 + P4 * HC - P2 * XF ^ 4) / (100 + P3 * HC)
390          N = N + 1
400          IF N > 150 THEN GOTO 550
410          IF ABS (XN - XF) > EPS GOTO 350
420          TCL = 100 * XN - 273:
           температура поверхні одягу          surface temperature of the clothing
430 КОМПОНЕНТИ ВТРАТИ ТЕПЛА                HEAT LOSS COMPONENTS
440          HL1 = 3.05 * .001 (5733-6.99 * MW - PA):
           втрата тепла через шкіру            heat loss diff. through skin
450          IF MW > 58.15 THEN HL2 = .42 * (MW - 58.15)
           ELSE HL2 = 0!:
           втрата тепла за рахунок потіння (нормального)    heat loss by sweating (comfort)
460          HL3 = 1.7 * .00001 * m * (5867 - PA):
           прихована втрата тепла при диханні    latent respiration heat loss
470          HL4 = .0014 * m * (34 - TA):
           втрата тепла при сухому диханні    dry respiration heat loss
480          HL5 = 3.96 * FCL * (XN ^ 4 - (TRA/100 ^ 4)):
           втрата тепла при випромінюванні    heat loss by radiation
500 ОБЧИСЛЕННЯ PMV ТА PPD                CALCULATE PMV AND PPD
510          TS = .303 * EXP (- .036 * m) + .028:
           коефіцієнт переносу температурної чутливості    thermal sensation trans coeff
520          PMV = TS * (MW - HL1 - HL2 - HL3 - HL4 - HL5 - HL6):
           прогнозована середня оцінка    predicted mean vote
530          PPD = 100 - 95 * EXP (- .03353 * PMV ^ 4 - .2179 * PMV ^ 2):
           прогнозований процент невдоволених    predicted percentage
540          GOTO 570
550          PMV = 999999!
560          PPD = 100
570          PRINT:PRINT "OUTPUT":
           результат                utput

```

580		PRINT "Predicted Mean Vote (PMV):"	
590		PRINT "Predicted Percent of Dissatisfied (PPD):"	
		:PRINT USING "###.##": PPD	
600		PRINT: INPUT "NEXT RUN (Y/N)"; RS	
610		IF (RS = "Y" OR RS = "y") THEN RUN	
620		END	
Приклад		Example	
ВВЕДЕННЯ ДАНИХ		DATA ENTRY	
Одяг, кло	(clo) ? 1.0	Clothing, clo	(clo) ? 1.0
Швидкість обміну речовин	(met) ? 1.2	Metabolic rate, met	(met) ? 1.2
Зовнішня робота звичайно близько 0, мет	(met) ? 0	External work, normally around 0, met	(met) ? 0
Температура повітря, С	(C) ? 19.0	Air temperature	(C) ? 19.0
Середня температура випромінювання, С	(C) ? 18.0	Mean radiant temperature	(C) ? 18.0
Відносна швидкість руху повітря, м/с	(m/s) ? 0.1	Relative air velocity, m/s	(m/s) ? 0.1
ВИБЕРІТЬ RH АБО ТИСК ВОДЯНОЇ ПАРИ, АЛЕ НЕ РАЗОМ		ENTER EITHER RH OR WATER VAPOUR PRESSURE BUT NOT BOTH	
Відносна вологість	(%) ? 40	Relative humidity	(%) ? 40
Тиск водяної пари	(Pa) ?	Water vapour pressure	(Pa) ?
РЕЗУЛЬТАТ		OUTPUT	
Прогнозована середня оцінка	(PMV): -0.7	Predicted Mean Vote, PMV:	(PMV): -0.7
Прогнозований процент невдоволення:	(PPD): 15.3	Predicted Percent of Dissatisfied, PPD:	(PPD): 15.3

Таблиця D.1 - Приклади результатів

Table D.1 - Example output

Но- мер Run no.	Темпера- тура пові- тря, °C Air Tem- perature, °C	Середня тем- пература ви- промінювання, °C Mean radiant temperature, °C	Швид- кість ру- ху повіт- ря, м/с Air veloc- ity, m/s	RH, %	Швидкість обміну ре- човин, мет Metabolic rate, met	Ізоляція одягу, кло Clothing Insula- tion, clo	PMV	PPD
1	22,0	22,0	0,10	60	1,2	0,5	-0,75	17
2	27,0	27,0	0,10	60	1,2	0,5	0,77	17
3	27,0	27,0	0,30	60	1,2	0,5	0,44	9
4	23,5	25,5	0,10	60	1,2	0,5	-0,01	5
5	23,5	25,5	0,30	60	1,2	0,5	-0,55	11
6	19,0	19,0	0,10	40	1,2	1,0	-0,60	13
7	23,5	23,5	0,10	40	1,2	1,0	0,50	10
8	23,5	23,5	0,30	40	1,2	1,0	0,12	5
9	23,0	21,0	0,10	40	1,2	1,0	0,05	5
10	23,0	21,0	0,30	40	1,2	1,0	-0,16	6
11	22,0	22,0	0,10	60	1,6	0,5	0,05	5
12	27,0	27,0	0,10	60	1,6	0,5	1,17	34
13	27,0	27,0	0,30	60	1,6	0,5	0,95	24

ДОДАТОК Е

(обов'язковий)

**ТАБЛИЦЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ
ПРОГНОЗОВАНОЇ СЕРЕДНЬОЇ
ОЦІНКИ (PMV)**

Точність таблиць цього додатка вища ніж 0,1 PMV, що забезпечує різницю між температурою повітря і середнім значенням теплового випромінювання менше ніж 5 °С. Таблиці можуть бути застосовані для відносної вологості повітря - 50 %.

Відносна швидкість руху повітря залежить від швидкості переміщення тіла людини, м/с

Примітка.

1 метаболічна одиниця = мет = 58,2 Вт/м²;

1 одиниця одягу = 1 кло = 0,155 м²·К/Вт.

При користуванні таблицями слід використовувати результуючу ізоляцію одягу.

Annex E

(normative)

**Tables for determination of predicted
mean vote (PMV)**

The accuracy of the tables in this annex is better than 0,1 PMV, provided the difference between air and mean radiant temperature is less than 5 °C. The tables apply for a relative air humidity of 50 %.

The relative air velocity is relative to the human body in metres per second.

NOTE:

1 metabolic unit = 1 met = 58,2W/m²;

1 clothing unit = 1 clo = 0,155

m²·K/W.

he resultant clothing insulation should be used with these tables.

Таблиця Е.1 - Рівень активності: 46,4 Вт/м² (0,8 мет)**Table E.1** - Activity level: 46,4 W/m² (0,8 met)

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °С Operative temperature, °С	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	м ² ·К/Вт m ² ·K/W		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
0	0	27	-2,55	-2,55						
		28	-1,74	-1,76	-2,23	-2,62				
		29	-0,93	-1,02	-1,42	-1,75				
		30	-0,14	-0,28	-0,60	-0,88				
		31	0,63	0,46	0,21	0,01				
		32	1,39	1,21	1,04	0,89				
		33	2,12	1,97	1,87	1,78				
		34		2,73	2,71	2,68				
0,25	0,039	26	-1,92	-1,94	-2,29	-2,57				
		27	-1,30	-1,36	-1,67	-1,92	-2,31	-2,62		
		28	-0,69	-0,78	-1,05	-1,26	-1,60	-1,87	-2,10	-2,89
		29	-0,08	-0,20	-0,42	-0,60	-0,89	-1,12	-1,31	-1,97
		30	0,53	0,39	0,21	0,06	-0,17	-0,36	-0,51	-1,05
		31	1,12	0,99	0,84	0,73	0,55	0,41	0,29	-0,13
		32	1,71	1,58	1,49	1,41	1,28	1,18	1,09	0,80
		33	2,29	2,19	2,13	2,08	2,01	1,95	1,90	1,73

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °C Operative temperature, °C	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	$m^2 \cdot K/W$ $m^2 \cdot K/W$		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
0,5	0,078	25	-1,54	-1,59	-1,84	-2,04	-2,34	-2,57		
		26	-1,04	-1,12	-1,34	-1,51	-1,78	-1,98	-2,15	
		27	-0,55	-0,64	-0,83	-0,98	-1,22	-1,40	-1,54	-2,03
		28	-0,05	-0,15	-0,32	-0,45	-0,65	-0,81	-0,93	-1,35
		29	0,45	0,34	0,20	0,09	-0,09	-0,22	-0,32	-0,67
		30	0,94	0,83	0,72	0,63	0,49	0,38	0,29	0,01
		31	1,44	1,33	1,24	1,17	1,06	0,98	0,91	0,69
		32	1,92	1,83	1,76	1,71	1,64	1,58	1,54	1,38
0,75	0,116	24	1,26	-1,31	-1,51	-1,65	-1,87	-2,03	-2,17	
		25	-0,84	-0,91	-1,08	-1,21	-1,41	-1,56	-1,67	-2,05
		26	-0,42	-0,51	-0,66	-0,77	-0,95	-1,08	-1,18	-1,52
		27	-0,01	-0,10	-0,23	-0,33	-0,49	-0,60	-0,69	-0,98
		28	0,41	0,32	0,20	0,11	-0,02	-0,12	-0,19	-0,45
		29	0,83	0,73	0,63	0,56	0,45	0,37	0,30	0,09
		30	1,25	1,15	1,07	1,01	0,93	0,86	0,81	0,63
		31	1,66	1,57	1,51	1,47	1,40	1,35	1,31	1,18
1,00	0,155	23	-1,06	-1,12	-1,28	-1,39	-1,56	-1,68	-1,78	-2,08
		24	-0,71	-0,77	-0,91	-1,02	-1,17	-1,28	-1,37	-1,65
		25	-0,35	-0,42	-0,54	-0,64	-0,78	-0,88	-0,96	-1,21
		26	0,01	-0,06	-0,17	-0,26	-0,38	-0,47	-0,55	-0,76
		27	0,37	0,29	0,20	0,12	0,01	-0,06	-0,13	-0,32
		28	0,74	0,66	0,57	0,51	0,41	0,35	0,30	0,13
		29	1,10	1,02	0,95	0,90	0,82	0,76	0,72	0,58
		30	1,46	1,39	1,33	1,29	1,22	1,18	1,14	1,03
1,50	0,233	18	-1,67	-1,70	-1,84	-1,93	-2,07	-2,17	-2,25	-2,49
		20	-1,11	-1,16	-1,27	-1,36	-1,48	-1,57	-1,63	-1,84
		22	-0,55	-0,60	-0,70	-0,77	-0,88	-0,95	-1,01	-1,18
		24	0,02	-0,04	-0,12	-0,18	-0,27	-0,33	-0,38	-0,52
		26	0,60	0,53	0,46	0,42	0,35	0,30	0,26	0,15
		28	1,17	1,11	1,06	1,02	0,97	0,94	0,91	0,82
		30	1,76	1,70	1,67	1,64	1,61	1,58	1,57	1,51
		32	2,34	2,30	2,28	2,27	2,26	2,24	2,23	2,20
2,00	0,310	14	-1,84	-1,87	-1,98	-2,06	-2,18	-2,26	-2,32	-2,49
		16	-1,39	-1,43	-1,52	-1,59	-1,69	-1,77	-1,82	-1,98
		18	-0,93	-0,97	-1,06	-1,12	-1,21	-1,27	-1,32	-1,46
		20	-0,46	-0,52	-0,59	-0,64	-0,72	0,77	-0,82	-0,94
		22	0,01	-0,05	-0,11	-0,15	-0,22	0,27	-0,30	-0,41
		24	0,48	0,43	0,38	0,34	0,28	0,24	0,22	0,13
		26	0,97	0,91	0,87	0,84	0,80	0,76	0,74	0,67
		28	1,45	1,40	1,37	1,35	1,32	1,29	1,27	1,23

Таблиця Е.2 - Рівень активності: 58 Вт/м² (1 мет)**Table E.2** - Activity level: 58 W/m² (1 met)

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °C Operative temperature, °C	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	м ² ·К/Вт m ² ·K/W		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
0	0	26	-1,62	-1,62	-1,96	-2,34				
		27	-1,00	-1,00	-1,36	-1,69				
		28	-0,39	-0,42	-0,76	-1,05				
		29	0,21	0,13	-0,15	-0,39				
		30	0,80	0,68	0,45	0,26				
		31	1,39	1,25	1,08	0,94				
		32	1,96	1,83	1,71	1,61				
		33	2,50	2,41	2,34	2,29				
0,25	0,039	24	-1,52	-1,52	-1,80	-2,06	-2,47			
		25	-1,05	-1,05	-1,33	-1,57	-1,94	-2,24	-2,48	
		26	-0,58	-0,61	-0,87	-1,08	-1,41	-1,67	-1,89	-2,66
		27	-0,12	-0,17	-0,40	-0,58	-0,87	-1,10	-1,29	-1,97
		28	0,34	0,27	0,07	-0,09	-0,34	-0,53	-0,70	-1,28
		29	0,80	0,71	0,54	0,41	0,20	0,04	-0,10	-0,58
		30	1,25	1,15	1,02	0,91	0,74	0,61	0,50	0,11
		31	1,71	1,61	1,51	1,43	1,30	1,20	1,12	0,83
0,5	0,078	23	-1,10	-1,10	-1,33	-1,51	-1,78	-1,99	-2,16	
		24	-0,72	-0,74	-0,95	-1,11	-1,36	-1,55	-1,70	-2,22
		25	-0,34	-0,38	-0,56	-0,71	-0,94	-1,11	-1,25	-1,71
		26	0,04	-0,01	-0,18	-0,31	-0,51	-0,66	-0,79	-1,19
		27	0,42	0,35	0,20	0,09	-0,08	-0,22	-0,33	-0,68
		28	0,80	0,72	0,59	0,49	0,34	0,23	0,14	-0,17
		29	1,17	1,08	0,98	0,90	0,77	0,68	0,60	0,34
		30	1,54	1,45	1,37	1,30	1,20	1,13	1,06	0,86
0,75	0,116	21	-1,11	-1,11	-1,30	-1,44	-1,66	-1,82	-1,95	-2,36
		22	-0,79	-0,81	-0,98	-1,11	-1,31	-1,46	-1,58	-1,95
		23	-0,47	-0,50	-0,66	-0,78	-0,96	-1,09	-1,20	-1,55
		24	-0,15	-0,19	-0,33	-0,44	-0,61	-0,73	-0,83	-1,14
		25	0,17	0,12	-0,01	-0,11	-0,26	-0,37	-0,46	-0,74
		26	0,49	0,43	0,31	0,23	0,09	0,00	-0,08	-0,33
		27	0,81	0,74	0,64	0,56	0,45	0,36	0,29	0,08
		28	1,12	1,05	0,96	0,90	0,80	0,73	0,67	0,48

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °C Operative temperature, °C	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	$\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$ $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
1,00	0,155	20	-0,85	-0,87	-1,02	-1,13	-1,29	-1,41	-1,51	-1,81
		21	-0,57	-0,60	-0,74	-0,84	-0,99	-1,11	-1,19	-1,47
		22	-0,30	-0,33	-0,46	-0,55	-0,69	-0,80	-0,88	-1,13
		23	-0,02	-0,07	-0,18	0,27	-0,39	-0,49	-0,56	-0,79
		24	0,26	0,20	0,10	0,02	-0,09	-0,18	-0,25	-0,46
		25	0,53	0,48	0,38	0,31	0,21	0,13	0,07	-0,12
		26	0,81	0,75	0,66	0,60	0,51	0,44	0,39	0,22
		27	1,08	1,02	0,95	0,89	0,81	0,75	0,71	0,56
1,50	0,233	14	-1,36	-1,36	-1,49	-1,58	-1,72	-1,82	-1,89	-2,12
		16	-0,94	-0,95	-1,07	-1,15	-1,27	-1,36	-1,43	-1,63
		18	-0,52	-0,54	-0,64	-0,72	-0,82	-0,90	-0,96	-1,14
		20	0,09	-0,13	-0,22	-0,28	-0,37	-0,44	-0,49	-0,65
		22	0,35	0,30	0,23	0,18	0,10	0,04	0,00	-0,14
		24	0,79	0,74	0,68	0,63	0,57	0,52	0,49	0,37
		26	1,23	1,18	1,13	1,09	1,04	1,01	0,98	0,89
		28	1,67	1,62	1,58	1,56	1,52	1,49	1,47	1,40
2,00	0,310	10	-1,38	-1,39	-1,49	-1,56	-1,67	-1,74	-1,80	-1,96
		12	-1,03	-1,05	-1,14	-1,21	-1,30	-1,37	-1,42	-1,57
		14	-0,68	-0,70	-0,79	-0,85	-0,93	-0,99	-1,04	-1,17
		16	-0,32	-0,35	-0,43	-0,48	-0,56	-0,61	-0,65	-0,77
		18	0,03	-0,00	-0,07	-0,11	-0,18	-0,23	-0,26	-0,37
		20	0,40	0,36	0,30	0,26	0,20	0,16	0,13	0,04
		22	0,76	0,72	0,67	0,64	0,59	0,55	0,53	0,45
		24	1,13	1,09	1,05	1,02	0,98	0,95	0,93	0,87

Таблиця Е.3 - Рівень активності: 69,6 Вт/м² (1,2 мет)**Table E.3** - Activity level: 69,6 W/m² (1,2 met)

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °C Operative tem- perature, °C	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	м ² ·К/Вт m ² ·K/W		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
0	0	25	-1,33	-1,33	-1,59	-1,92				
		26	-0,83	-0,83	-1,11	-1,40				
		27	-0,33	-0,33	-0,63	-0,88				
		28	0,15	0,12	-0,14	-0,36				
		29	0,63	0,56	0,35	0,17				
		30	1,10	1,01	0,84	0,69				
		31	1,57	1,47	1,34	1,24				
		32	2,03	1,93	1,85	1,78				
0,25	0,039	23	-1,18	-1,18	-1,39	-1,61	-1,97	-2,25		
		24	-0,79	-0,79	-1,02	-1,22	-1,54	-1,80	-2,01	
		25	-0,42	-0,42	-0,64	-0,83	-1,11	-1,34	-1,54	-2,21
		26	-0,04	-0,07	-0,27	-0,43	-0,68	-0,89	-1,06	-1,65
		27	0,33	0,29	0,11	-0,03	-0,25	-0,43	-0,58	-1,09
		28	0,71	0,64	0,49	0,37	0,18	0,03	-0,10	-0,54
		29	1,07	0,99	0,87	0,77	0,61	0,49	0,39	0,03
		30	1,43	1,35	1,25	1,17	1,05	0,95	0,87	0,58
0,5	0,078	18	-2,01	-2,01	-2,17	-2,38	-2,70			
		20	-1,41	-1,41	-1,58	-1,76	-2,04	-2,25	-2,42	
		22	-0,79	-0,79	-0,97	-1,13	-1,36	-1,54	-1,69	-2,17
		24	-0,17	-0,20	-0,36	-0,48	-0,68	-0,83	-0,95	-1,35
		26	0,44	0,39	0,26	0,16	-0,01	-0,11	-0,21	-0,52
		28	1,05	0,98	0,88	0,81	0,70	0,61	0,54	-0,31
		30	1,64	1,57	1,51	1,46	1,39	1,33	1,29	1,14
		32	2,25	2,20	2,17	2,15	2,11	2,09	2,07	1,99
0,75	0,116	16	-1,77	-1,77	-1,91	-2,07	-2,31	-2,49		
		18	-1,27	-1,27	-1,42	-1,56	-1,77	-1,93	-2,05	-2,45
		20	-0,77	-0,77	-0,92	-1,04	-1,23	-1,36	-1,47	-1,82
		22	-0,25	-0,27	-0,40	-0,51	-0,66	-0,78	-0,87	-1,17
		24	0,27	0,23	0,12	0,03	-0,10	-0,19	-0,27	-0,51
		26	0,78	0,73	0,64	0,57	0,47	0,40	0,34	0,14
		28	1,29	1,23	1,17	1,12	1,04	0,99	0,94	0,80
		30	1,80	1,74	1,70	1,67	1,62	1,58	1,55	1,46

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °C Operative temperature, °C	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	$\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$ $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
1,00	0,155	16	-1,18	-1,18	-1,31	-1,43	-1,59	-1,72	-1,82	-2,12
		18	-0,75	-0,75	-0,88	-0,98	-1,13	-1,24	-1,33	-1,59
		20	-0,32	-0,33	-0,45	-0,54	-0,67	-0,76	-0,83	-1,07
		22	0,13	0,10	0,00	-0,07	-0,18	-0,26	-0,32	-0,52
		24	0,58	0,54	0,46	0,40	0,31	0,24	0,19	0,02
		26	1,03	0,98	0,91	0,86	0,79	0,74	0,70	0,58
		28	1,47	1,42	1,37	1,34	1,28	1,24	1,21	1,12
		30	1,91	1,86	1,83	1,81	1,78	1,75	1,73	1,67
1,50	0,233	12	-1,09	-1,09	-1,19	-1,27	-1,39	-1,48	-1,55	-1,75
		14	-0,75	-0,75	-0,85	-0,93	-1,03	-1,11	-1,17	-1,35
		16	-0,41	-0,42	-0,51	-0,58	-0,67	-0,74	-0,79	-0,96
		18	-0,06	-0,09	-0,17	-0,22	-0,31	-0,37	-0,42	-0,56
		20	0,28	0,25	0,18	0,13	0,05	0,00	-0,04	-0,16
		22	0,63	0,60	0,54	0,50	0,44	0,39	0,36	0,25
		24	0,99	0,95	0,91	0,87	0,82	0,78	0,76	0,67
		26	1,35	1,31	1,27	1,24	1,20	1,18	1,15	1,08
2,00	0,310	10	-0,77	-0,78	-0,86	-0,92	-1,01	-1,06	-1,11	-1,24
		12	-0,49	-0,51	-0,58	-0,63	-0,71	-0,76	-0,80	-0,92
		14	-0,21	-0,23	-0,29	-0,34	-0,41	-0,46	-0,49	-0,60
		16	0,08	0,06	-0,00	-0,04	-0,10	-0,15	-0,18	-0,27
		18	0,37	0,34	0,29	0,26	0,20	0,17	0,14	0,05
		20	0,67	0,63	0,59	0,56	0,52	0,48	0,46	0,39
		22	0,97	0,93	0,89	0,87	0,83	0,80	0,78	0,72
		24	1,27	1,23	1,20	1,18	1,15	1,13	1,11	1,06

Таблиця Е.4 - Рівень активності: 81,2 Вт/м² (1,4 мет)

Table E.4 - Activity level: 81,2 W/m² (1,4 met)

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °C Operative temperature, °C	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	М ² ·К/В т m ² ·К/W		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
0	0	24	-1,14	-1,4	-1,35	-1,65				
		25	-0,72	-0,72	-0,95	-1,21				
		26	-0,30	-0,30	-0,54	-0,78				
		27	0,11	0,11	-0,14	-0,34				
		28	0,52	0,48	0,27	0,10				
		29	0,92	0,85	0,69	0,54				
		30	1,31	1,23	1,10	0,99				
		31	1,71	1,62	1,52	1,45				
0,25	0,039	22	-0,95	-0,95	-1,12	-1,33	-1,64	-1,90	-2,11	
		23	-0,63	-0,63	-0,81	-0,99	-1,28	-1,51	-1,71	-2,38
		24	-0,31	-0,31	-0,50	-0,66	-0,92	-1,13	-1,31	-1,91
		25	0,01	0,00	-0,18	-0,33	-0,56	-0,75	-0,90	-1,45
		26	0,33	0,30	0,14	0,01	-0,20	-0,36	-0,50	-0,98
		27	0,64	0,59	0,45	0,34	0,16	0,02	-0,10	-0,51
		28	0,95	0,89	0,77	0,68	0,53	0,41	0,31	-0,04
		29	1,26	1,19	1,09	1,02	0,89	0,80	0,72	0,43
0,5	0,078	18	-1,36	-1,36	-1,49	-1,66	-1,93	-2,12	-2,29	
		20	-0,85	-0,85	-1,00	-1,14	-1,37	-1,54	-1,68	-2,15
		22	-0,33	-0,33	-0,48	-0,61	-0,80	-0,95	-1,06	-1,46
		24	0,19	0,17	0,04	-0,07	-0,22	-0,34	-0,44	-0,76
		26	0,71	0,66	0,56	0,48	0,35	0,26	0,18	-0,07
		28	1,22	1,16	1,09	1,03	0,94	0,87	0,81	0,63
		30	1,72	1,66	1,62	1,58	1,52	1,48	1,44	1,33
		32	2,23	2,19	2,17	2,16	2,13	2,11	2,10	2,05
0,75	0,116	16	-1,17	-1,17	-1,29	-1,42	-1,62	-1,77	-1,88	-2,16
		18	-0,75	-0,75	-0,87	-0,99	-1,16	-1,29	-1,39	-1,72
		20	-0,33	-0,33	-0,45	-0,55	-0,70	-0,82	-0,91	-1,19
		22	0,11	0,09	-0,02	-0,10	-0,23	-0,32	-0,40	-0,64
		24	0,55	0,51	0,42	0,35	0,25	0,17	0,11	-0,09
		26	0,98	0,94	0,87	0,81	0,73	0,67	0,62	0,47
		28	1,41	1,36	1,31	1,27	1,21	1,17	1,13	1,02
		30	1,84	1,79	1,76	1,73	1,70	1,67	1,65	1,58

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °C Operative temperature, °C	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	$\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$ $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
1,00	0,155	14	-1,05	-1,05	-1,16	-1,26	-1,42	-1,53	-1,62	-1,91
		16	-0,69	-0,69	-0,80	-0,89	-1,03	-1,13	-1,21	-1,46
		18	-0,32	-0,32	-0,43	-0,52	-0,64	-0,73	-0,80	-1,02
		20	0,04	0,03	-0,07	-0,14	-0,25	-0,32	-0,38	-0,58
		22	0,42	0,39	0,31	0,25	0,16	0,10	0,05	-0,12
		24	0,80	0,76	0,70	0,65	0,57	0,52	0,48	0,35
		26	1,18	1,13	1,08	1,04	0,99	0,95	0,91	0,81
		28	1,55	1,51	1,47	1,44	1,40	1,37	1,35	1,27
1,50	0,233	10	-0,91	-0,91	-1,00	-1,08	-1,18	-1,26	-1,32	-1,51
		12	-0,63	-0,63	-0,71	-0,78	-0,88	-0,95	-1,01	-1,17
		14	-0,34	-0,34	-0,43	-0,49	-0,58	-0,64	-0,69	-0,84
		16	-0,05	-0,06	-0,14	-0,19	-0,27	-0,33	-0,37	-0,50
		18	0,24	0,22	0,15	0,11	0,04	-0,01	-0,05	-0,17
		20	0,53	0,50	0,45	0,40	0,34	0,30	0,27	0,17
		22	0,83	0,80	0,75	0,72	0,67	0,63	0,60	0,52
		24	1,13	1,10	1,06	1,03	0,99	0,96	0,94	0,87
2,00	0,310	10	-0,37	-0,38	-0,44	-0,49	-0,56	-0,61	-0,65	-0,76
		12	-0,13	-0,14	-0,20	-0,25	-0,31	-0,35	-0,39	-0,49
		14	-0,11	-0,09	-0,04	0,00	-0,05	-0,09	-0,12	-0,21
		16	0,36	0,34	0,29	0,25	0,20	0,17	0,14	0,06
		18	0,60	0,58	0,54	0,51	0,46	0,43	0,41	0,34
		20	0,85	0,83	0,79	0,77	0,73	0,70	0,68	0,62
		22	1,11	1,08	1,05	1,03	0,99	0,97	0,95	0,91
		24	1,36	1,34	1,31	1,29	1,27	1,25	1,23	1,19

Таблиця Е.5 - Рівень активності: 92,8 Вт/м² (1,6 мет)**Table E.5** - Activity level: 92,8 W/m² (1,6 met)

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °C Operative tem- perature, °C	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	м ² ·К/Вт m ² ·K/W		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
0	0	23	-1,12	-1,12	-1,29	-1,57				
		24	-0,74	-0,74	-0,93	-1,18				
		25	-0,36	-0,36	-0,57	-0,79				
		26	0,01	0,01	-0,20	-0,40				
		27	0,38	0,37	0,17	0,00				
		28	0,75	0,70	0,53	0,39				
		29	1,11	1,04	0,90	0,79				
		30	1,46	1,38	1,27	1,19				
0,25	0,039	16	-2,29	-2,29	-2,36	-2,62				
		18	-1,72	-1,72	-1,83	-2,06	-2,42			
		20	-1,15	-1,15	-1,29	-1,49	-1,80	-2,05	-2,26	
		22	-0,58	-0,58	-0,73	-0,90	-1,17	-1,38	-1,55	-2,17
		24	-0,01	-0,01	-0,17	-0,31	-0,53	-0,70	-0,84	-1,35
		26	0,56	0,53	0,39	0,29	0,12	-0,02	-0,13	-0,51
		28	1,12	1,06	0,96	0,89	0,77	0,67	0,59	0,33
		30	1,66	1,60	1,54	1,49	1,42	1,36	1,31	1,14
0,5	0,078	14	-1,85	-1,85	-1,94	-2,12	-2,40			
		16	-1,40	-1,40	-1,50	-1,67	-1,92	-2,11	-2,26	
		18	-0,95	-0,95	-1,07	-1,21	-1,43	-1,59	-1,73	-2,18
		20	-0,49	-0,49	-0,62	-0,75	-0,94	-1,08	-1,20	-1,59
		22	-0,03	-0,03	-0,16	-0,27	-0,43	-0,55	-0,65	-0,98
		24	0,43	0,41	0,30	0,21	0,08	-0,02	-0,10	-0,37
		26	0,89	0,85	0,76	0,70	0,60	0,52	0,46	0,25
		28	1,34	1,29	1,23	1,18	1,11	1,06	1,01	0,86
0,75	0,116	14	-1,16	-1,16	-1,26	-1,38	-1,57	-1,71	-1,82	-2,17
		16	-0,79	-0,79	-0,89	-1,00	-1,17	-1,29	-1,39	-1,70
		18	-0,41	-0,41	-0,52	-0,62	-0,76	-0,87	-0,96	-1,23
		20	-0,04	-0,04	-0,15	-0,23	-0,36	-0,45	-0,52	-0,76
		22	0,35	0,33	0,24	0,17	0,07	-0,01	-0,07	-0,27
		24	0,74	0,71	0,63	0,58	0,49	0,43	0,38	0,21
		26	1,12	1,08	1,03	0,98	0,92	0,87	0,83	0,70
		28	1,51	1,46	1,42	1,39	1,34	1,31	1,28	1,19

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °C Operative temperature, °C	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	$m^2 \cdot K/W$ $m^2 \cdot K/W$		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
1,00	0,155	12	-1,01	-1,01	-1,10	-1,19	-1,34	-1,45	-1,53	-1,79
		14	-0,68	-0,68	-0,78	-0,87	-1,00	-1,09	-1,17	-1,40
		16	-0,36	-0,36	-0,46	-0,53	-0,65	-0,74	-0,80	-1,01
		18	-0,04	-0,04	-0,13	-0,20	-0,30	-0,38	-0,44	-0,62
		20	0,28	0,27	0,19	0,13	0,04	-0,02	-0,07	-0,21
		22	0,62	0,59	0,53	0,48	0,41	0,35	0,31	0,17
		24	0,96	0,92	0,87	0,83	0,77	0,73	0,69	0,58
		26	1,29	1,25	1,21	1,18	1,14	1,10	1,07	0,99
1,50	0,233	10	-0,57	-0,57	-0,65	-0,71	-0,80	-0,86	-0,92	-1,07
		12	-0,32	-0,32	-0,39	-0,45	-0,53	-0,59	-0,64	-0,78
		14	-0,06	-0,07	-0,14	-0,19	-0,26	-0,31	-0,36	-0,48
		16	0,19	0,18	0,12	0,07	0,01	-0,04	-0,07	-0,19
		18	0,45	0,43	0,38	0,34	0,28	0,24	0,21	0,11
		20	0,71	0,68	0,64	0,60	0,55	0,52	0,49	0,41
		22	0,97	0,95	0,91	0,88	0,84	0,81	0,79	0,72
2,00	0,310	10	-0,08	-0,08	-0,14	-0,18	-0,24	-0,29	-0,32	-0,41
		12	0,14	0,12	0,07	0,03	-0,02	-0,06	-0,09	-0,17
		14	0,35	0,33	0,29	0,25	0,20	0,17	0,14	0,07
		16	0,57	0,54	0,50	0,47	0,43	0,40	0,38	0,31
		18	0,78	0,76	0,73	0,70	0,66	0,63	0,61	0,56
		20	1,00	0,98	0,95	0,93	0,89	0,87	0,85	0,80
		22	1,23	1,20	1,18	1,16	1,13	1,11	1,10	1,06

Таблиця Е.6 - Рівень активності: 104,4 Вт/м² (1,8 мет)Table E.6 - Activity level: 104,4 W/m² (1,8 met)

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °C Operative temperature, °C	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	$m^2 \cdot K/W$ $m^2 \cdot K/W$		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
0	0	22	-1,05	-1,05	-1,19	-1,46				
		23	-0,70	-0,70	-0,86	-1,11				
		24	-0,36	-0,36	-0,53	-0,75				
		25	-0,01	-0,01	-0,20	-0,40				
		26	0,32	0,32	0,13	-0,04				
		27	0,66	0,63	0,46	0,32				
		28	0,99	0,94	0,80	0,68				
		29	1,31	1,25	1,13	1,04				

Продовження таблиці Е.6

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °C Operative temperature, °C	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$ $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
0,25	0,039	16	-1,79	-1,79	-1,86	-2,09	-2,46			
		18	-1,28	-1,28	-1,38	-1,58	-1,90	-2,16	-2,37	
		20	-0,76	-0,76	-0,89	-1,06	-1,34	-1,56	-1,75	-2,39
		22	-0,24	-0,24	-0,38	-0,53	-0,76	-0,95	-1,10	-1,65
		24	0,28	0,28	0,13	0,01	-0,18	-0,33	-0,46	-0,90
		26	0,79	0,76	0,64	0,55	0,40	0,29	0,19	-0,15
		28	1,29	1,24	1,16	1,10	0,99	0,91	0,84	0,60
		30	1,79	1,73	1,68	1,65	1,59	1,54	1,50	1,36
0,5	0,078	14	-1,42	-1,42	-1,50	-1,66	-1,91	-2,10	-2,25	
		16	-1,01	-1,01	-1,10	-1,25	-1,47	-1,64	-1,77	-2,23
		18	-0,59	-0,59	-0,70	-0,83	-1,02	-1,17	-1,29	-1,69
		20	-0,18	-0,18	-0,30	-0,41	-0,58	-0,71	-0,81	-1,15
		22	0,24	0,23	0,12	0,02	-0,12	-0,22	-0,31	-0,60
		24	0,66	0,63	0,54	0,46	0,35	0,26	0,19	-0,04
		26	1,07	1,03	0,96	0,90	0,82	0,75	0,69	0,51
		28	1,48	1,44	1,39	1,35	1,29	1,24	1,20	1,07
0,75	0,116	12	-1,15	-1,15	-1,23	-1,35	-1,53	-1,67	-1,78	-2,13
		14	-0,81	-0,81	-0,89	-1,00	-1,17	-1,29	-1,39	-1,70
		16	-0,46	-0,46	-0,56	-0,66	-0,80	-0,91	-1,00	-1,28
		18	-0,12	-0,12	-0,22	-0,31	-0,43	-0,53	-0,61	-0,85
		20	0,22	0,21	0,12	0,04	-0,07	-0,15	-0,21	-0,42
		22	0,57	0,55	0,47	0,41	0,32	0,25	0,20	0,02
		24	0,92	0,89	0,83	0,78	0,71	0,65	0,60	0,46
		26	1,28	1,24	1,19	1,15	1,09	1,05	1,02	0,91
1,00	0,155	10	-0,97	-0,97	-1,04	-1,14	-1,28	-1,39	-1,47	-1,73
		12	-0,68	-0,68	-0,76	-0,84	-0,97	-1,07	-1,14	-1,38
		14	-0,38	-0,38	-0,46	-0,54	-0,66	-0,74	-0,81	-1,02
		16	-0,09	-0,09	-0,17	-0,24	-0,35	-0,42	-0,48	-0,67
		18	0,21	0,20	0,12	0,06	-0,03	-0,10	-0,15	-0,31
		20	0,50	0,48	0,42	0,36	0,29	0,23	0,18	0,04
		22	0,81	0,78	0,73	0,68	0,62	0,57	0,53	0,41
		24	1,11	1,08	1,04	1,00	0,95	0,91	0,88	0,78

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °C Operative temperature, °C	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	$\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$ $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
1,50	0,233	10	-0,29	-0,29	-0,36	-0,42	-0,50	-0,56	-0,60	-0,74
		14	0,17	0,17	0,11	0,06	-0,01	-0,05	-0,09	-0,20
		18	0,64	0,62	0,57	0,54	0,49	0,45	0,42	0,34
		22	1,12	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,95	0,89
		26	1,61	1,58	1,56	1,55	1,52	1,51	1,50	1,46
2,00	0,310	10	0,15	0,15	0,09	0,06	0,00	-0,03	-0,06	-0,15
		14	0,54	0,53	0,49	0,46	0,41	0,38	0,36	0,29
		18	0,94	0,92	0,89	0,86	0,83	0,81	0,79	0,74
		22	1,35	1,32	1,30	1,28	1,26	1,24	1,23	1,19
		26	1,76	1,74	1,73	1,72	1,70	1,70	1,69	1,66

Таблиця Е.7 - Рівень активності: 116 Вт/м² (2,0 мет)Table E.7 - Activity level: 116 W/m² (2,0 met)

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °C Operative temperature, °C	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	$\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$ $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
0	0	18		-0,20	-2,02	-2,35				
		20		-1,35	-1,43	-1,72				
		22		-0,69	-0,82	-1,06				
		24		-0,04	-0,21	-0,41				
		26		0,59	0,41	0,26				
		28		1,16	1,03	0,93				
		30		1,73	1,66	1,60				
		32		2,33	2,32	2,31				
0,25	0,039	16		-1,41	-1,48	-1,69	-2,02	-2,29	-2,51	
		18		-0,93	-1,03	-1,21	-1,50	-1,74	-1,93	-2,61
		20		-0,45	-0,57	-0,73	-0,98	-1,18	-1,35	-1,93
		22		0,04	-0,09	-0,23	-0,44	-0,61	-0,75	-1,24
		24		0,52	0,38	0,28	0,10	-0,03	-0,14	-0,54
		26		0,97	0,86	0,78	0,65	0,55	0,46	0,18
		28		1,42	1,35	1,29	1,20	1,13	1,07	0,90
		30		1,88	1,84	1,81	1,76	1,72	1,68	1,57

Кінець таблиці Е.7

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °C Operative tem- perature, °C	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	$m^2 \cdot K/W$ $m^2 \cdot K/W$		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
0,5	0,078	14		-1,08	-1,16	-1,31	-1,53	-1,71	-1,85	-2,32
		16		-0,69	-0,79	-0,92	-1,12	-1,27	-1,40	-1,82
		18		-0,31	-0,41	-0,53	-0,70	-0,84	-0,95	-1,31
		20		0,07	-0,04	-0,14	-0,29	-0,40	-0,50	-0,81
		22		0,46	0,35	0,27	0,15	0,05	-0,03	-0,29
		24		0,83	0,75	0,68	0,58	0,50	0,44	0,25
		26		1,21	1,15	1,10	1,02	0,96	0,91	0,75
		28		1,59	1,55	1,51	1,46	1,42	1,38	1,27
0,75	0,116	10		-1,16	-1,23	-1,35	-1,54	-1,67	-1,78	-2,14
		12		-0,84	-0,92	-1,03	-1,20	-1,32	-1,42	-1,74
		14		-0,52	-0,60	-0,70	-0,85	-0,97	-1,06	-1,34
		16		-0,20	-0,29	-0,38	-0,51	-0,61	-0,69	-0,95
		18		0,12	0,03	-0,05	-0,17	-0,26	-0,32	-0,55
		20		0,43	0,34	0,28	0,18	0,10	0,04	-0,15
		22		0,75	0,68	0,62	0,54	0,48	0,43	0,27
		24		1,07	1,01	0,97	0,90	0,85	0,81	0,68
1,00	0,155	10		-0,68	-0,75	-0,84	-0,97	-1,07	-1,15	-1,38
		12		-0,41	-0,48	-0,56	-0,68	-0,77	-0,84	-1,05
		14		-0,13	-0,21	-0,28	-0,39	-0,47	-0,53	-0,72
		16		0,14	0,06	0,00	-0,10	-0,16	-0,22	-0,39
		18		0,41	0,34	0,28	0,20	0,14	0,09	-0,04
		20		0,68	0,61	0,57	0,50	0,44	0,40	0,28
		22		0,96	0,91	0,87	0,81	0,76	0,73	0,62
1,50	0,233	10		-0,04	-0,11	-0,16	-0,24	-0,29	-0,33	-0,46
		14		0,39	0,33	0,29	0,23	0,18	0,15	0,04
		18		0,82	0,78	0,75	0,70	0,66	0,64	0,56
		22		1,27	1,24	1,22	1,18	1,16	1,14	1,08
2,00	0,310	10		0,34	0,30	0,26	0,21	0,18	0,15	0,07
		14		0,70	0,66	0,64	0,60	0,57	0,55	0,49
		18		1,07	1,04	1,02	0,99	0,97	0,95	0,90
		22		1,45	1,42	1,42	1,39	1,38	1,37	1,33

Таблиця Е.8 - Рівень активності: 174 Вт/м² (3,0 мет)Table E.8 - Activity level: 174 W/m² (3,0 met)

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °C Operative temperature, °C	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	м ² ·К/Вт m ² ·K/W		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
0	0	14				-1,92	-2,49			
		16				-1,36	-1,87			
		18				-0,80	-1,24			
		20				-0,24	-0,61			
		22				0,34	0,04			
		24				0,93	0,70			
		26				1,52	1,36			
		28				2,12	2,02			
0,25	0,039	12				-1,19	-1,53	-1,80	-2,02	
		14				-0,77	-1,07	-1,31	-1,51	-2,21
		16				-0,35	-0,61	-0,82	-1,00	-1,61
		18				0,08	-0,15	-0,33	-0,48	-1,01
		20				0,51	0,32	0,17	0,04	-0,41
		22				0,96	0,80	0,68	0,57	0,24
		24				1,41	1,29	1,19	1,11	0,87
		26				1,87	1,78	1,71	1,65	1,45
0,5	0,078	10				-0,78	-1,00	-1,18	-1,32	-1,79
		12				-0,43	-0,64	-0,79	-0,92	-1,34
		14				-0,09	-0,27	-0,41	-0,52	-0,90
		16				0,26	0,10	-0,02	-0,12	-0,45
		18				0,61	0,47	0,37	0,28	0,00
		20				0,96	0,85	0,76	0,68	0,45
		22				1,33	1,24	1,16	1,10	0,91
		24				1,70	1,63	1,57	1,53	1,38
0,75	0,116	10				-0,19	-0,34	-0,45	-0,54	-0,83
		12				0,10	-0,03	-0,14	-0,22	-0,48
		14				0,39	0,27	0,18	0,11	-0,12
		16				0,69	0,58	0,50	0,44	0,24
		18				0,98	0,89	0,82	0,77	0,59
		20				1,28	1,20	1,14	1,10	0,95
1,00	0,155	10				0,22	0,12	0,04	-0,02	-0,22
		14				0,73	0,64	0,58	0,53	0,38
		18				1,24	1,18	1,13	1,09	0,97
		22				1,77	1,73	1,69	1,67	1,59
1,50	0,233	10				0,76	0,70	0,66	0,62	0,52
		14				1,17	1,12	1,09	1,06	0,98
		18				1,58	1,54	1,52	1,50	1,44
2,00	0,310	10				1,14	1,10	1,07	1,05	0,99
		14				1,48	1,45	1,43	1,41	1,36
		18				1,84	1,81	1,80	1,79	1,75

Таблиця Е.9 - Рівень активності: 232 Вт/м² (4,0 мет)Table E.9 - Activity level: 232 W/m² (4,0 met)

Одяг Clothing		Еквівалентна температура, °C Operative temperature, °C	Відносна швидкість руху повітря, м/с Relative air velocity, m/s							
кло clo	м ² ·К/Вт m ² ·K/W		<0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
0	0	12						-2,22	-2,66	
		14						-1,55	-1,93	
		16						-0,86	-1,20	-2,51
		18						-0,18	-0,46	-1,57
		20						0,52	0,29	-0,63
		22						1,22	1,04	0,33
		24						1,94	1,81	1,29
		26						2,66	2,58	2,26
0,25	0,039	10						-1,06	-1,29	-2,09
		12						-0,57	-0,78	-1,50
		14						-0,08	-0,27	-0,90
		16						0,41	0,25	-0,29
		18						0,91	0,78	0,31
		20						1,42	1,31	0,93
		22						1,93	1,84	1,55
		24						2,45	2,39	2,17
0,5	0,078	10						-0,06	-0,19	-0,62
		12						0,33	0,21	-0,18
		14						0,72	0,61	0,27
		16						1,11	1,02	0,73
		18						1,51	1,43	1,18
		20						1,91	1,85	1,64
		22						2,32	2,27	2,11
		24						2,73	2,69	2,53
0,75	0,116	10						0,60	0,52	0,25
		12						0,92	0,84	0,61
		14						1,24	1,18	0,97
		16						1,57	1,51	1,33
		18						1,90	1,85	1,70
		20						2,23	2,19	2,07
1,00	0,155	10						1,04	0,99	0,81
		14						1,60	1,55	1,41
		18						2,16	2,13	2,03
1,50	0,233	10						1,61	1,58	1,48
		14						2,05	2,02	1,95
2,00	0,310	10						1,95	1,94	1,88
		14						2,32	2,31	2,26

ДОДАТОК F

(довідковий)

ВОЛОГІСТЬ

Вологість може бути виражена як відносна або абсолютна вологість (див. ISO 7726). Абсолютна вологість виражається, як тиск водяної пари в повітрі, який впливає на втрату тепла від людини. Це, в свою чергу, впливає на загальний тепловий комфорт тіла (тепловий баланс). При помірних температурах (< 26 °C) і помірних рівнях рухливої активності (< 2 мет) цей вплив є незначним на температурну чутливість. Збільшення відносної вологості на 10 % відчувається, як збільшення еквівалентної температури на 0,3 °C. Для більш високих температур і рухливої активності вплив стає більшим. У перехідних режимах вологість також може мати значний вплив.

Якщо обмеження вологості засновані на підтримці прийнятних теплових умов, виходячи з міркування комфорту, включаючи температурну чутливість, вологість шкіри, сухість шкіри і подразнення очей, може бути прийнятий широкий діапазон вологості.

Annex F

(informative)

Humidity

Humidity can be expressed as relative or absolute humidity (see ISO 7726). It is the absolute humidity expressed as water vapour pressure in the air, which influences the evaporative heat loss from a person. This influences the general thermal comfort of the body (heat balance). At moderate temperatures (< 26 °C) and moderate activity levels (< 2 met) this influence is, however, rather limited. In moderate environments, the air humidity has only a modest impact on the thermal sensation. Typically a 10 % higher relative humidity is felt to be as warm as a 0,3 °C rise in the operative temperature. For higher temperatures and activities, the influences greater. Under transient conditions, the humidity can also have a significant influence.

If humidity limits are based on the maintenance of acceptable thermal conditions based solely on comfort considerations - including thermal sensation, skin wetness, skin dryness, and eye irritation - a wide range of humidity is acceptable.

ДОДАТОК G

(довідковий)

ШВИДКІСТЬ ПОВІТРЯ

Швидкість руху повітря в просторі впливає на конвективний теплообмін між людиною і довкіллям. Це, в свою чергу, впливає на загальний тепловий комфорт тіла (втрати тепла), визначений показниками PMV-PPD (розділи 4 і 5), локальний температурний дискомфорт, викликаний протягом (розділ 6). Не існує мінімального значення швидкості руху повітря, необхідного для забезпечення теплового комфорту. Однак збільшення швидкості руху повітря може забезпечувати компенсацію відчуття зайвого тепла, викликаного підвищеною температурою.

Швидкість руху повітря може збільшуватися при відчиненні вікна або використанні вентиляторів для адаптування у теплих умовах. У літніх умовах температура може бути збільшена вище допустимого для комфорту рівня за умови підвищення швидкості руху повітря. Допустиме значення, на яке температура може бути збільшена, зображене на рисунку G.1.

Комбінації швидкості руху повітря і температури повітря, визначені лініями на цьому рисунку, приводять до однакової результуючої тепловіддачі з поверхні шкіри. Точкою відліку для цих кривих є 26 °C і 0,20 м/с швидкості руху повітря. Переваги, які можуть бути отримані за рахунок збільшення швидкості руху повітря, залежать від одягу, фізичної активності і різниці між температурою поверхні одягу/шкіри і температурою повітря. На рисунку G.1 показана швидкість руху повітря, яка потрібна для комфорту влітку у типовому літньому одязі (0,5 кло) і сидячій діяльності (1,2 мет).

Annex G

(informative)

Air velocity

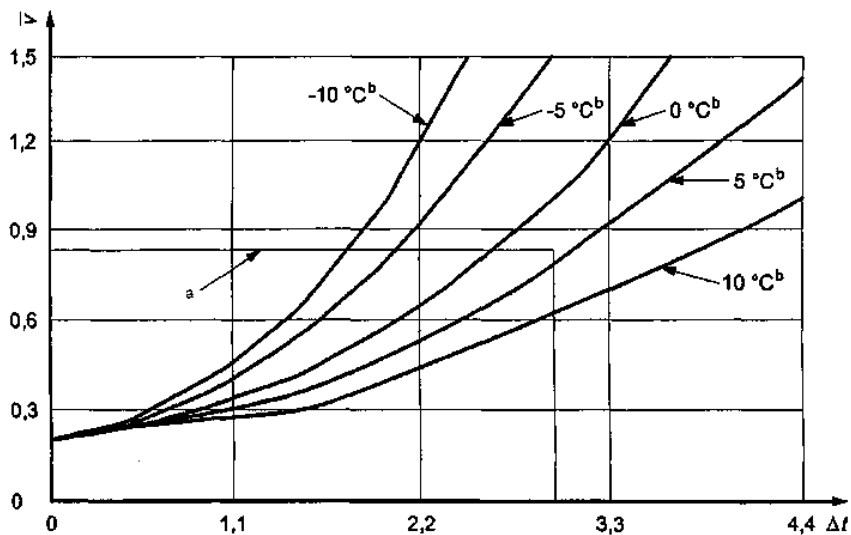
The air velocity in a space influences the convective heat exchange between a person and the environment. This influences the general thermal comfort of the body (heat loss) expressed by the PMV-PPD index (see Clauses 4 and 5) and the local thermal discomfort due to draught (Clause 6). There is no minimum air velocity that is necessary for thermal comfort. However, increased air velocity can be used to offset the warmth sensation caused by increased temperature.

Often, the air velocity is increased by opening of windows or use of fans to adapt to warmer environments. Under summer conditions, the temperature can be increased above the level allowed for comfort if a means is provided to also elevate the air velocity. The amount by which the temperature may be increased is shown in Figure G.1.

The combinations of air velocity and temperature defined by the lines in this figure result in the same total heat transfer from the skin. The reference point for these curves is 26 °C and 0,20 m/s of air velocity. The benefits that can be gained by increasing air velocity depend on clothing, activity, and the difference between the surface temperature of the clothing/skin and the air temperature. Figure G.1 shows the air velocity that is required for typical summer clothing (0,5 clo) and sedentary activities (1,2 met) that correspond to summer comfort.

Рисунок G.1 відноситься до підвищення температури вище 26 °C як для t_r , так і для t_a . При середній температурі випромінювання і температурі повітря відносно високій підвищення швидкості руху повітря є менш ефективним для збільшення втрат тепла людини. І навпаки, підвищення швидкості руху повітря є більш ефективним способом для збільшення втрат тепла, коли середня радіаційна температура є високою, а температура повітря відносно низькою.

Figure G.1 applies to an increase of temperature above 26 °C with both t_r and t_a increasing equally. When the mean radiant temperature is low and the air temperature is high, elevated air velocity is less effective at increasing heat loss. Conversely, elevated air velocity is more effective at increasing heat loss when the mean radiant temperature is high and the air temperature is low.



Для легких видів активності, в основному сидячої діяльності, Δt повинно бути < 3 °C і $\bar{v} < 0,82$ м/с.

Позначки:

Δt – підвищення температури вище 26 °C;

\bar{v} – середня швидкість руху повітря, м/с;

^a – обмеження для легких, в першу чергу сидячих способів життя, діяльності;

^b – $(\bar{t}_r - t_a)$, °C (t_a – температура повітря, °C; \bar{t}_r – середня температура випромінювання, °C)

For light primarily sedentary activity, Δt should be < 3 °C and $\bar{v} < 0,82$ m/s.

Key:

Δt – temperature rise above 26 °C

\bar{v} – mean air velocity, m/s

^a – limits for light, primarily sedentary, activity

^b – $(\bar{t}_r - t_a)$, °C (t_a , air temperature, °C; \bar{t}_r , mean radiant temperature, °C)

Рисунок G.1 – Швидкість повітря, необхідна для компенсації підвищення температури

Figure G.1 – Air velocity required to offset increased temperature

З урахуванням пояснення слід використовувати криву на рисунку G.1, що відповідає відносній різниці між температурою повітря і середньою температурою випромінювання.

Великі індивідуальні відмінності між людьми можуть бути нівельовані в зв'язку з управлінням швидкістю повітря. Таким чином, підвищення швидкості руху повітря слід здійснювати під безпосереднім контролем людей і регулювати з кроком не більше ніж 0,15 м/с.

Thus, the curve in Figure G.1 that corresponds to the relative difference between air temperature and mean radiant temperature must be used.

Large individual differences exist between people with regard to the preferred air velocity. Therefore, the elevated air velocity must be under the direct control of the affected occupants and adjustable in steps no greater than 0,15 m/s.

ДОДАТОК Н

(довідковий)

**ДОВГОСТРОКОВІ ОЦІНКИ
ЗАГАЛЬНИХ УМОВ ТЕПЛООВОГО
КОМФОРТУ**

Оцінювання умов комфортності протягом довгого часу (сезон, рік) здійснюється підсумуванням параметрів, вимірюваних в режимі експлуатації реальних будівель або динамічних комп'ютерних моделювань. У цьому додатку представлені п'ять методів, кожен з яких може бути використаний для цієї мети.

а) Метод А

Розрахувати кількість або відсоток годин, протягом яких люди перебувають у будівлі зі значенням PMV, або дійсної температури поза зазначеним діапазоном.

б) Метод В

Час, протягом якого фактична дійсна температура перевищує зазначений діапазон, зважується з фактором, який є функцією від того, на скільки градусів діапазон був перевищений.

1) Ваговий коефіцієнт wf дорівнює 1 для

$$t_o = t_{o,limit}$$

де $t_{o,limit}$ є нижньою чи верхньою температурною межею комфорту зазначеного діапазону (наприклад, $23,5\text{ }^\circ\text{C} < t_o < 25,5\text{ }^\circ\text{C}$ відповідає $-0,2 < PMV < 0,2$, як вказано в додатку А для офісу категорії А, влітку).

2) Ваговий коефіцієнт wf розраховується, як

$$wf = 1 + \frac{|t_o - t_{o,limit}|}{|t_{o,optimal} - t_{o,limit}|}$$

для

for

$$|t_o| > |t_{o,limit}|$$

3) Для характеристики результатів періоду, який не перевищує року, ваговий коефіцієнт wf і результат часу t перемножуються і виражаються у годинах.

i) Теплий період:

$$\sum wf \cdot t \text{ для (for) } t_o > t_{o,limit}$$

ii) Холодний період:

$$\sum wf \cdot t \text{ для (for) } t_o < t_{o,limit}$$

Annex H

(informative)

**Long-term evaluation of the general
thermal comfort conditions**

In order to evaluate the comfort conditions over time (season, year), a summation of parameters must be made based on data measured in real buildings or dynamic computer simulations. This annex lists five methods, each of which can be used for that purpose.

a) Method A

Calculate the number or percentage of hours during the hours the building is occupied, the PMV or the operative temperature is outside a specified range.

b) Method B

The time during which the actual operative temperature exceeds the specified range during the occupied hours is weighted with a factor which is a function of how many degrees the range has been exceeded.

1) The weighting factor, wf , equals 1 for

where $t_{o,limit}$ is the lower or upper temperature limit of the comfort range specified (e.g. $23,5\text{ }^\circ\text{C} < t_o < 25,5\text{ }^\circ\text{C}$ corresponding to $-0,2 < PMV < 0,2$, as specified in Annex A for single offices, category A, summer).

2) The weighting factor, wf , is calculated as

3) For a characteristic period during a year, the product of the weighting factor, wf , and the time, t , is summed and the result expressed in hours.

i) Warm period:

ii) Cold period:

с) Метод С

Час, за який фактично PMV перевищує межі комфорту, помножують на ваговий коефіцієнт, який є функцією PPD. Починають з розподілу PMV на щорічній основі і співвідношення між PMV і PPD (розділ 5), далі виконують наступні розрахунки:

1) Ваговий коефіцієнт wf дорівнює 1 для

$$PMV = PMV_{limit} .$$

де

PMV_{limit} визначається діапазоном комфорту, який розраховується відповідно до цього стандарту.

2) Ваговий коефіцієнт wf розраховується, як

$$wf = \frac{PPD_{actual\ PMV}}{PPD_{PMV_{limit}}}$$

для

$$|PMV| > |PMV_{limit}| ,$$

де

$PPD_{actual\ PMV}$ є PPD, що відповідає фактичним PMV;

$PPD_{PMV_{limit}}$ є PPD, що відповідає PMV_{limit} .

3) Для характеристик періоду протягом року перемноження вагового коефіцієнта wf і часу t підсумовується, результат виражається у годинах.

i) Теплий період:

$$\sum wf \cdot t \text{ для (for) } PMV > PMV_{limit}$$

ii) Холодний період:

$$\sum wf \cdot t \text{ для (for) } PMV < PMV_{limit}$$

d) Метод D

Обчислюють середній PPD з часом, протягом якого людина перебуває у певному просторі.

е) Метод E

Підсумовується PPD з часом, протягом якого людина перебуває у певному просторі.

c) Method C

The time during which the actual PMV exceeds the comfort boundaries is weighted with a factor which is a function of the PPD. Starting from a PMV distribution on a yearly basis and the relation between PMV and PPD (see Clause 5), the following is calculated:

1) The weighting factor, wf , equals 1 for

where

PMV_{limit} is determined by the comfort range calculated according to this International Standard.

2) The weighting factor, wf , is calculated as

for

where

$PPD_{actual\ PMV}$ is the PPD corresponding to the actual PMV;

$PPD_{PMV_{limit}}$ is PPD corresponding to PMV_{limit} .

3) For a characteristic period during a year, the product of the weighting factor, wf , and the time, t , is summed and the result expressed in hours.

i) Warm period:

ii) Cold period:

d) Method D

The average PPD over time during the occupied hours is calculated.

e) Method E

The PPD over time during the occupied hours is summed.

БІБЛІОГРАФІЯ

(Bibliography)

[1] ISO 7243, Hot environments - Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature)

[2] ISO 7726, Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities

[3] ISO 7933, Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain

[4] ISO 8996, Ergonomics of the thermal environment - Determination of metabolic rate

[5] ISO 9920, Ergonomics of the thermal environment - Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble

[6] ISO 10551, Ergonomics of the thermal environment - Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgment scales

[7] ISO 11399, Ergonomics of the thermal environment - Principles and application of relevant International Standards

[8] ISO TR 11079, Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of cold stress using calculation of the required clothing insulation (IREQ) and the assessment of local cooling effects

[9] ALFANO, G., CANNASTRARO, G., D'AMBROSIO, F.R. and RIZZO, G., Notes on the use of the tables of standard ISO 7730 for the evaluation of the PMV index, Indoor Built Environment. 1996. 5:355-357

[10] ANDERSON, I., LUNDQUIST, G.R. and PROCTOR, D.F., Human perception of humidity under four controlled conditions. Achieves of Environmental Health 26, pp. 22-27, 1973

[11] ASHRAE Standard 55, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy

[12] BERGLUND, L.G. and GONZALEZ, R.R., Application of Acceptable Temperature Drifts to Built Environments as a Mode of Energy Conservation, ASHRAE Transactions 84, pp. 110-121, 1978

[13] BERGLUND, L.G. and GONZALEZ, R.R., Occupant Acceptability of Eight Hour Long Temperature Ramps in the Summer at Low and High Humidities, ASHRAE Transactions 84, pp. 278-284, 1978

[14] BERGLUND, L.G., Thermal Acceptability, ASHRAE Transactions 85, pp. 825-834, 1979

[15] BERGLUND, L.G. and FOBELETS, A.P.R., Subjective Human Response to Low-Level Air Current and Asymmetric Radiation, ASHRAE Transactions 93, pp. 497-523, 1987

[16] BERGLUND, L.G., 1998. Comfort and Humidity. ASHRAE Journal, V.40(8)

[17] BERGLUND, L.G., 1989. Comfort criteria in a low-humidity environment. RP2732-10. - Palo Alto, CA: Electric Power Research Institute

[18] BRAGER, G.S. and de DEAR, R., 2000. A standard for natural ventilation. ASHRAE Journal. V.42(10), pp. 21-27

[19] BREUNIS, K. and de GROOT, J.P., Relative Humidity of the Air and Ocular

Discomfort in a Group of Susceptible Office Workers, Proceedings of the Fourth International Conference on Indoor Air Quality and Climate, 2: pp. 625-629, 1987

[20] de DEAR, R. and BRAGER, G.S., 1998. Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. ASHRAE Trans., V.104(1a), pp. 145-167

[21] FANGER, P.O., OSTERGAARD, J., OLESEN, O. and MADSEN, Th., Lund (1974): The effect on man's comfort of a uniform air flow from different directions, ASHRAE Transactions, vol. 80, 2, pp. 142-157

[22] FANGER, P.O., OLESEN B.W., LANGKILDE, G. and BANHIDI, L., Comfort Limits for Heated Ceilings, ASHRAE Transactions 86, pp. 141-156, 1980

[23] FANGER, P.O., Thermal Comfort, Robert E. Krieger, Malabar, FL, 1982

[24] FANGER, P.O., IPSEN, B.M., LANGKILDE, G., OLESEN, B.W., CHRISTENSEN, N.K. and TANABE, S., 1985. Comfort limits for asymmetric thermal radiation. Energy and Buildings. V.8, pp. 225-226

[25] FANGER, P.O. and CHRISTENSEN, N.K., Perception of Draught in Ventilated Spaces, Ergonomics, 29:pp. 215-235, 1986

[26] FANGER, P.O., MELIKOV, A.K., HANZAWA, H. and RING, J., Air Turbulence and Sensation of Draught, Energy and Buildings, 12: pp. 21-39, 1988

[27] FOUNTAIN, M., ARENS, E, de DEAR, R., BAUMAN, F. and MIURA, K., (1994) Locally controlled air movement preferred in warm isothermal environments, ASHRAE Trans., vol. 100, part 2, pp. 937-952

[28] GAGGE, A.P., NISHI, Y. and NEVINS, R.G., The Role of Clothing in Meeting FEA Energy Conservation Guidelines, ASHRAE Transactions 82, pp. 234-247, 1976

[29] GAGGE, A.P. and NEVINS, R.G., Effect of Energy Conservation Guidelines on Comfort, Acceptability and Health, Final Report of Contract #CO-04-51891-00, Federal Energy Administration, 1976

[30] GOLDMAN, R.F., The Role of Clothing in Achieving Acceptability of Environmental Temperatures Between 65 °F and 85 °F (18 °C and 30 °C), Energy Conservation Strategies in Buildings, J.A.J.Stolwijk, (Ed.) Yale University Press, New Haven, 1978

[31] GREEN, G.H., The Effect of Indoor Relative Humidity on Colds, ASHRAE Transactions 85, pp. 747-757, 1979

[32] GRIEFAHN, B., 1999. Bewertung von Zugluft am Arbeitsplatz. Fb 828, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund

[33] GRIFFITHS, I.D. and MCINTYRE, D.A., Sensitivity to Temporal Variations in Thermal Conditions, Ergonomics, 17: pp. 99-507, 1974

[34] ISODA, N., TSUZUKI, K. and YOSHIOKA, M., Importance of floor surface temperature in maintaining thermal comfort for people sitting directly on the floor. 10th ICEE pp. 821-824, Sept-2002, Fukuoka, Japan

[35] JONES, B.W., HSIEH, K. and HASHINAGA, M., The Effect of Air Velocity on Thermal Comfort at Moderate Activity Levels, ASHRAE Transactions 92, Part 2B: pp. 761-769, 1986

[36] LANGKILDE, G., GUNNARSEN, L. and MORTENSEN, N., 1985. Comfort limits during infrared radiant heating of industrial spaces, Proceedings of CLIMA 2000, Copenhagen

[37] LAVIANA, J.E., ROHLES, F.H. and BULLOCK, P.E., Humidity, Comfort and Contact Lenses, ASHRAE Transactions 94, pp. 3-11, 1988

[38] MCCULLOUGH, E.A. and WYON, D.P., Insulation Characteristics of Winter

and Summer Indoor Clothing, ASHRAE Transactions 89, pp. 614-633, 1983

[39] MCCULLOUGH, E.A., JONES, B.W. and HUCK, J., A Comprehensive Data Base for Estimating Clothing Insulation, ASHRAE Transactions 92, pp. 29-47, 1985

[40] MCINTYRE, D.A., Overhead Radiation and Comfort, The Building Services Engineer 44: pp. 226-232, 1976

[41] MCINTYRE, D.A., Preferred Air Speeds for Comfort in Warm Conditions, ASHRAE Transactions 84, pp. 264-277, 1978

[42] MCNALL, P.E., JR., JAAX, J., ROHLES, F.H., NEVINS, R.G. and SPRINGER, W., Thermal Comfort (Thermally Neutral) Conditions for Three Levels of Activity, ASHRAE Transactions 73, (Part I): 1.3.1-1.3.14, 1967

[43] MCNALL, P.E., JR. and BIDDISON, R.E., Thermal and Comfort Sensations of Sedentary Persons Exposed to Asymmetric Radiant Fields, ASHRAE Transactions 76, pp. 123-136, 1970

[44] NAGANO, K., TAKAKI, A., HIRAKAWA, M., FUJIWARA, M. and TOCHIHARA, Y., Thermal responses to temperature steps in summer. Kyushu Institute of Design, 2003

[45] NEVINS, R.G. and FEYERHERM, A.M., Effect of Floor Surface Temperature on Comfort. Part IV: Cold Floors, ASHRAE Transactions 73 (Part II): III.2.1 - III.2.8, 1967

[46] NEVINS, R.G., MICHAELS, K.B. and FEYERHERM, A.M., The Effect of Floor Surface Temperature on Comfort. Part II: College Age Females, ASHRAE Transactions 70, pp. 37-43, 1964

[47] NEVINS, R.G. and MCNALL, P.E., JR., ASHRAE Thermal Comfort Standards as Performance Criteria for Buildings, CIB Commission W45 Symposium, Thermal Comfort and Moderate Heat Stress, Watford, U.K. 1972 (Published by HMSO London 1973)

[48] NIELSEN, B., I. ODDERSHEDE, A. TORP and P.O. FANGER, Thermal Comfort During Continuous and Intermittent Work. Indoor Climate, P.O. Fanger and O. Valbjorn, eds., Danish Building Research Institute, Copenhagen, 1979, pp. 477-490

[49] NILSSON, S.E. and ANDERSSON, L., Contact Lens Wear in Dry Environments, ACTA Ophthalmologica 64, pp. 21-225, 1986

[50] OLESEN, S., FANGER, P.O., JEMSEN, P.B. and NIELSEN, O.J., Comfort limits for man exposed to asymmetric thermal radiation. Proc. of CIB Commission W45 (Human Requirements) Symposium: Thermal comfort and Moderate Heat Stress, Building Research Station, London, September 1971, HMSO, 1973, pp. 133-148

[51] OLESEN, B.W., Thermal Comfort Requirements for Floors, Proceedings of The Meeting of Commissions B1, B2, E1 of IIR, Belgrade, 1977, pp. 307-313

[52] OLESEN, B.W., Thermal Comfort Requirements for Floors Occupied by People with Bare Feet, ASHRAE Transactions 83, pp. 41-57, 1977

[53] OLESEN, B.W., SCHOLER, M. and FANGER, P.O., Discomfort Caused by Vertical Air Temperature Differences, Indoor Climate, P.O. Fanger and O. Valbjorn, eds., Danish Building Research Institute, Copenhagen, 1979

[54] OLESEN, B.W., A New and Simpler Method for Estimating the Thermal Insulation of a Clothing Ensemble, ASHRAE Transactions 92, pp. 478-492, 1985

[55] OLESEN, B.W., SLIWINSKA, E., MADSEN, T.L. and FANGER, P.O., Effect of Body Posture and Activity on the Thermal Insulation of Clothing. Measurements by a Movable Thermal Manikin, ASHRAE Transactions 88, pp. 91-805, 1987

- [56] ROHLES, F.H., JR., WOODS, J.E. and NEVINS, R.G., The Influence of Clothing and Temperature on Sedentary Comfort, ASHRAE Transactions 79, pp. 71-80, 1973
- [57] ROHLES, F.H., WOODS, J.E. and NEVINS, R.G., The Effect of Air Speed and Temperature on the Thermal Sensations of Sedentary Man, ASHRAE Transactions 80, pp. 101-119, 1974
- [58] ROHLES, F.H., MILLIKEN, G.A., SKIPTON, D.E. and KRSTIC, I., Thermal Comfort During Cyclical Temperature Fluctuations, ASHRAE Transactions 86, pp. 125-140, 1980
- [59] ROHLES, F.H., KONZ, S.A. and JONES, B.W., Ceiling Fans as Extenders of the Summer Comfort Envelope, ASHRAE Transactions 89, pp. 245-263, 1983
- [60] SCHEATZLE, D.G., WU, H. and YELLOTT, J., Extending The Summer Comfort Envelope with Ceiling Fans in Hot, Arid Climates, ASHRAE Transactions 95, Part 1, pp. 269-280, 1989
- [61] SPRAGUE, C.H. and MCNALL, P.E., JR., Effects of Fluctuating Temperature and Relative Humidity on the Thermal Sensation (Thermal Comfort) of Sedentary Subjects, ASHRAE Transactions 77, pp. 183-199, 1971
- [62] TANABE, S., KIMURA, K. and HARA, T., 1987. Thermal comfort requirements during the summer season in Japan. ASHRAE Transactions 93, (1): pp. 564-577
- [63] TANABE, S., and KIMURA, K., 1994. Effects of air temperature, humidity, and air movement on thermal comfort under hot and humid conditions. ASHRAE Transactions, Vol. 100, part 2, p. 16
- [64] TOFTUM, J., NIELSEN, R., 1996a. Draught sensitivity is influenced by general thermal sensation. International Journal of Industrial Ergonomics, 18(4), pp. 295-305
- [65] TOFTUM, J., NIELSEN, R., 1996b. Impact of metabolic rate on human response to air movements during work in cool environments. International Journal of Industrial Ergonomics, 18(4), pp. 307-316
- [66] TOFTUM, J., ZHOU, G., MELIKOV, A., 1997. Airflow direction and human sensitivity to draught. Proceedings of CLIMA 2000, Brussels
- [67] TOFTUM, J., MELIKOV, A., TYNEL, A., BRUZDA, M. and FANGER, P.O. 2003. Human response to Air Movement - Evaluation of ASHRAE's Draft Criteria (RP-843). HVAC&R Research, vol. 9 no. 2, April 2003
- [68] TSUZUKI, K. and OHFUKU, T., Thermal comfort and thermoregulation in elderly compared to young people in Japanese winter season. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Japan
- [69] WYON, D.P., ASGEIRSDOTTIR, TH., KJERULF-JENSEN, P., and FANGER, P.O., The Effects of Ambient Temperature Swings on Comfort, Performance and Behaviour, Arch. Sci. Physiol. 27, pp. 441-458, 1973

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ.

- [1] ISO 7243, Спекотне середовище - Оцінка впливу теплового стресу на роботу людини, що базується на WBGT-показнику (глобальна температура вологого термометра)
- [2] ISO 7726, Ергономіка термального середовища - Прилади для вимірювання фізичних величин
- [3] ISO 7933, Ергономіка термального середовища - Аналітичне визначення та інтерпретація теплового стресу з використанням розрахунків, що передбачають теп-

лову напругу

[4] ISO 8996, Ергономіка теплового навколишнього середовища - Визначення швидкості обміну речовин

[5] ISO 9920, Ергономіка теплового навколишнього середовища - Оцінка теплоізоляції і випарного опору одягу

[6] ISO 10551, Ергономіка теплового навколишнього середовища - Оцінка впливу теплових середовищ за допомогою суб'єктивних суджень

[7] ISO 11399, Ергономіка теплового навколишнього середовища - Принципи та застосування відповідних міжнародних стандартів

[8] ISO TR 11079, Ергономіка теплового середовища - Аналітичне визначення та інтерпретація холодового стресу з використанням розрахунку необхідної ізоляції одягу (IREQ) і оцінки місцевих охолоджувальних ефектів

[9] ALFANO, G., CANNASTRARO, G., D'AMBROSIO, F.R. and RIZZO, G., Нотатки для таблиць стандарту ISO 7730. Для оцінки індексу PMV. 1996 рік. 5:355-357

[10] ANDERSON, I., LUNDQUIST, G.R. and PROCTOR, D.F., Людське сприйняття вологості в рамках чотирьох контрольованих умов. Досягнення гігієни навколишнього середовища 26 вип., стор. 22-27, 1973

[11] ASHRAE Standard 55, Теплові умови навколишнього середовища

[12] BERGLUND, L.G. та GONZALEZ, R.R., Застосування прийнятної температури з метою побудови середовища з режимом енергозбереження, ASHRAE перекл. 84, стор. 110-121, 1978

[13] BERGLUND, L.G. та GONZALEZ, R.R., Прийнятність мешканців упродовж восьми годин за температури влітку при низькій і високій вологості, ASHRAE пер. 84, стор. 278-284, 1978

[14] BERGLUND, L.G., Теплові прийнятності ASHRAE пер. 85, стор. 825-834, 1979

[15] BERGLUND, L.G. та FOBELETS, A.P.R, Суб'єктивні реакції людини на низький рівень потоку повітря і асиметричну радіацію, ASHRAE Угоди 93, стор. 497-523, 1987

[16] BERGLUND, L.G. 1998 року. Комфорт і вологість. ASHRAE Journal, V.40(8)

[17] BERGLUND, L.G. 1989 року. Критерії комфорту у приміщенні з низькою вологістю навколишнього середовища. RP2732-10. - Пало-Альто, Каліфорнія: Електроенергетичний науково-дослідний інститут

[18] BRAGER, G.S. та de DEAR, R., 2000. Стандарт для природної вентиляції. ASHRAE Journal. V.42(10), стор. 21-27

[19] BREUNIS, K. та de GROOT, J.P., Відносна вологість повітря та дискомфорт в групі чутливих працівників. Праці Четвертої Міжнародної конференції з якості повітря в приміщеннях і клімату, 2: стор. 625-629, 1987

[20] de DEAR, R. та BRAGER, G.S., 1998. Розробка і переваги адаптивної моделі теплового комфорту ASHRAE Trans., V.104 (1a), стор. 145-167

[21] FANGER, P.O., OSTERGAARD, J., OLESEN, O. and MADSEN, Th., Lund (1974):. Вплив на людину комфортного рівномірного потоку повітря з усіх сторін, ASHRAE переклад, вип. 80, 2, стор. 142-157

[22] FANGER, P.O., OLESEN, W., LANGKILDE, G. та BANHIDI, L, Межі комфорту для підігріву стелі. Переклад ASHRAE 86, стор. 141-156, 1980

- [23] FANGER, P.O., Тепловий комфорт, Роберт Е. Крігер, Малабар, Флорида, 1982
- [24] FANGER, P.O., IPSEN, B.M., LANGKILDE, G., OLESEN, B.W., CHRISTENSEN, N.K. та TANABE, S., 1985. Обмеження комфорту при асиметричному тепловому випромінюванні. Енергетика і будівлі. V.8, стор. 225-226
- [25] FANGER, P.O. та CHRISTENSEN, N.K., Розміщення в провітрюваних приміщеннях, ергономіка, 29: стор. 215-235, 1986
- [26] FANGER, P.O., MELIKOV, A.K., HANZAWA, H. та RING, J., Турбулентність повітря і відчуття протягів, Енергетика і будівлі, 12: стор. 21-39, 1988
- [27] FOUNTAIN, M., ARENS, E., de DEAR, R., BAUMAN, F. та MIURA, K., (1994) Локально керований рух повітря в теплих ізотермічних середовищах, ASHRAE Trans., Вип. 100, частина 2, стор. 937-952
- [28] GAGGE, A.P., NISHI, Y. та NEVINS, R.G., Роль одягу з точки зору енергозбереження. Керівні принципи, ASHRAE пер. 82, стор. 234-247, 1976
- [29] GAGGE, A.P. та NEVINS, R.G., Вплив та керівні принципи енергозбереження на комфорт, прийнятність і здоров'я, Заклучна доповідь. Пер. № СО-04-51891-00, Федеральне управління енергетичної безпеки, 1976
- [30] GOLDMAN, R.F., Роль одягу в досягненні прийнятних температур навколишнього середовища між 65 °F до 85 °F (18 °C і 30 °C), стратегії енергозбереження в будівлях, JAJ Stolwijk, (ред.) Yale University Press, New Haven, 1978
- [31] GREEN, G.H., Вплив значень критичної відносної вологості на застуду, ASHRAE пер. 85, стор. 747-757, 1979
- [32] GRIEFAHN, B., 1999. Розгляд проекту на робочому місці. Fb 828, доповідь Федерального інституту з безпеки та гігієни праці, Дортмунд
- [33] GRIFFITHS, I.D. та MCINTYRE, D.A., Чутливість до тимчасових коливань теплового режиму, Ергономіка, 17: стор. 99-507, 1974
- [34] ISODA, N., TSUZUKI, K. та YOSHIOKA, M., Значення температури поверхні підлоги для підтримки теплового комфорту людей, що сидять прямо на підлозі. Десята ICCE, стор. 821-824, вересень-2002, Фукуока, Японія
- [35] JONES, B.W., HSIEH, K. та HASHINAGA, M., Вплив швидкості повітря на тепловий комфорт при помірних рівнях активності, ASHRAE пер. 92, частина 2B: стор 761-769, 1986
- [36] LANGKILDE, G., GUNNARSEN, L. та MORTENSEN, N., 1985. Межі комфорту при інфрачервоному променистому опаленні виробничих приміщень, Праці CLIMA 2000, Копенгаген
- [37] LAVIANA, J.E., ROHLES, F.H. and BULLOCK, P.E., Вологість, комфорт і контактні лінзи, ASHRAE переклад 94, стор. 3-11, 1988
- [38] MCCULLOUGH, E.A. та WYON, D.P., Ізоляційні характеристики зимового та літнього домашнього одягу, ASHRAE Угоди 89, стор. 614-633, 1983
- [39] MCCULLOUGH, E.A., JONES, B.W. та HUCK, J., Всеосяжні бази даних для оцінки ізоляції одягу, ASHRAE пер. 92, стор. 29-47, 1985
- [40] MCINTYRE, D.A., Основи обігріву і комфорту, інженер з обслуговування будинків 44: стор. 226-232, 1976
- [41] MCINTYRE, D.A., Перевага швидкості повітря для комфорту в теплих умовах, ASHRAE Угоди 84, стор. 264-277, 1978
- [42] MCNALL, P.E., JR., JAAX, J., ROHLES, F.H., NEVINS, R.G. та SPRINGER,

- W., Тепловий комфорт (Термонеутральний) Умови для трьох рівнів активності, ASHRAE Угоди, 73 (частина I): I.3.1-I.3.14, 1967
- [43] MCNALL, JR. і BIDDISON, RE, Теплові та комфортні відчуття сидячої особи ASHRAE Угоди 76, стор. 123-136, 1970
- [44] NAGANO, K., TAKAKI, A., HIRAKAWA, M., FUJIWARA, M. та TOCHIHARA, Y., Теплові відповіді: Кроки температури в літній період. Кюсю Інститут дизайну, 2003
- [45] NEVINS, R.G. та FEYERHERM, A.M., Вплив температури підлоги на комфорт поверхні. Частина IV: холодна підлога, ASHRAE Угоди 73 (частина II): III.2.1 - III.2.8, 1967
- [46] NEVINS, R.G., MICHAELS, K.B. та FEYERHERM, A.M., Вплив температури підлоги на комфорт поверхні. Частина II: коледж Вік жінки, ASHRAE Угоди 70, стор. 37-43, 1964
- [47] NEVINS, R.G. та MCNALL, P.E., JR., ASHRAE Теплові стандарти комфорту, як критерії ефективності для будинків, СІВ комісії W 45 симпозиуму, тепловий комфорт і помірний тепловий стрес, Уотфорд, U.K. 1972 (Опубліковано HMSO, Лондон, 1973)
- [48] NIELSEN, B., I. ODDERSHEDE, A. TORP та P.O. FANGER, Тепловий комфорт в процесі безперервної і періодичної роботи. Внутрішній мікроклімат, 33 Fanger і O. Valbjorn, ред., Датський інститут будівельних досліджень, Копенгаген, 1979, стор. 477-490
- [49] NILSSON, S.E. та ANDERSSON, L., Носіння контактних лінз в сухому середовищі, ACTA Ophthalmologies 64, стор. 21-225, 1986
- [50] OLESEN, S., FANGER, P.O., JEMSEN, P.B. та NIELSEN, O.J., Межі комфорту для людини, яка піддається асиметричному тепловому випромінюванню. Ргос. з СІВ комісії W45 (Human вимоги) Симпозиум: Тепловий комфорт і помірний тепловий стрес, будівництво науково-дослідної станції, Лондон, вересень 1971, HMSO, 1973, стор. 133-148
- [51] OLESEN, B.W, Термальні вимоги комфорту для підлоги. Матеріали наради комісій B1, B2, E1 БИХ, Белград, 1977, стор. 307-313
- [52] OLESEN, B.W, Термальні вимоги комфорту для підлоги, почуття людей з босими ногами, Пер. ASHRAE 83, стор. 41-57, 1977 [53] OLESEN, B.W, SCHOLER, M. і Fanger, PO, Дискомфорт, викликаний відмінностями вертикальної температури повітря. 33 Fanger і O. Valbjorn, ред., Датський інститут будівельних досліджень, Копенгаген, 1979
- [54] OLESEN, B.W, Новий і простий метод для оцінки теплоізоляції одягу. Ансамбль, ASHRAE Угоди 92, стор. 478-492, 1985
- [55] OLESEN, B.W., SLIWINSKA, E., MADSEN, T.L. та FANGER, P.O., Вплив пози та діяльності на теплоізоляцію одягу. Вимірювання за допомогою рухомого теплового манекена, ASHRAE Угоди 88, стор. 91-805, 1987
- [56] ROHLES, F.H., JR., WOODS, J.E. та NEVINS, R.G. Вплив одягу і температури на комфорт сидячих людей, ASHRAE Угоди 79, стор. 71-80, 1973
- [57] ROHLES, F.H., WOODS, J.E. та NEVINS, R.G. Вплив швидкості повітря та температури на тепловідчуття сидячої людини, ASHRAE Угоди 80, стор. 101-119, 1974
- [58] ROHLES, F.H., MILLIKEN, G.A., SKIPTON, D.E. та KRSTIC, I, Тепловий

комфорт під час циклічного коливання температури, ASHRAE Угоди 86, стор. 125-140, 1980

[59] ROHLES, F.H., KONZ, S.A. та JONES, B.W., Стельові вентилятори як розширювачі літнього комфорту. ASHRAE Угоди 89, стор. 245-263, 1983

[60] SCHEATZLE, D.G., WU, H. та YELLOTT, J.. Літній комфорт і стельові вентилятори в сухому, засушливому кліматі, ASHRAE Угоди 95, частина 1, стор. 269-280, 1989

[61] SPRAGUE, C.H. та MCNALL, P.E., JR., Ефекти флюктуючої температури та відносної вологості на тепловий стан (тепловий комфорт) сидячих суб'єктів, ASHRAE Угоди 77, стор. 183-199, 1971

[62] TANABE, S., KIMURA, K. та HARA, T., 1987. Теплові вимоги комфорту під час літнього сезону в Японії. Угоди ASHRAE 93, (1): стор. 564-577

[63] TANABE, S., та KIMURA, K., 1994. Вплив температури, вологості та руху повітря на тепловий комфорт в жарких і вологих умовах. ASHRAE Угоди, Vol. 100, ч. 2, с 16

[64] TOFTUM, J., NIELSEN, R., 1996a. Вплив чутливості на загальне теплове відчуття. Міжнародний журнал з промислової ергономіки, 18 (4), стор. 295-305

[65] TOFTUM, J., NIELSEN, R., 1996b. Вплив обміну речовин як реакції людини на рух повітря під час роботи в холодних умовах. Міжнародний журнал з промислової ергономіки, 18 (4), стор. 307-316

[66] TOFTUM, J., ZHOU, G., MELIKOV, A., 1997 року. Напрямок потоку повітря і людська чутливість до протягу. Праці CLIMA 2000 року, Брюссель

[67] TOFTUM, J., MELIKOV, A., TYNEL, A., BRUZDA, M. та FANGER, P.O. 2003 рік. Відчуття людини при русі повітря. - Оцінка проекту. Критерії ASHRAE, (RP-843). HVAC & R дослідження, вип. 9 Ні. 2 квітня 2003

[68] TSUZUKI, K. та OHFUKU, T. Тепловий комфорт і терморегуляція у літніх людей в порівнянні з молодими в зимовий сезон. Національний інститут передової промислової науки і технології, Цукуба, Японія

[69] WYON, D.P., ASGEIRSDOTTIR, TH., KJERULF-JENSEN, P., та FANGER, P.O., Вплив перепадів навколишньої температури на комфорт, продуктивність і поведінку людини Arch. Sci. Фізіологія. 27, стор. 441-458, 1973

ДСТУ Б EN ISO 7730:2011

Код УКНД 13.180; 91.040.01

Ключові слова: вологість, еквівалентна температура, ергономіка, критерії, оцінка, рух повітря, тепловий комфорт, теплові відчуття, температурні цикли.