

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД**  
**«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»**

Навчально-науковий інститут математики та інформаційних технологій  
Кафедра математики та інформатики

**Грицюта Ярослав Олександрович**

**РОЗРОБКА ДОДАТКУ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИТРАТ**

**кваліфікаційна робота**  
**здобувача вищої освіти другого (магістерського) рівня**  
**освітньої програми «Інформатика»**  
**за спеціальністю 014.09 Середня освіта (Інформатика)**

Особистий підпис – \_\_\_\_\_

Науковий керівник – \_\_\_\_\_ Владислав КОЗУБ, асистент

В.о. зав. кафедри – \_\_\_\_\_ Юрій КОЗУБ д.т.н. доцент

Полтава – 2024

## АНОТАЦІЯ

**Грицюта Я.О.**

**Тема:** «Розробка додатку для розрахунку тепловитрат»

**Спеціальність:** 014.09 Середня освіта. Інформатика

**Установа:** ДЗ ЛНУ імені Т. Шевченка, 2024р.

**Магістерська робота містить:** 47 с., 4 рис., 2 додат., 24 джерел.

**Мета роботи** – розробити програмний додаток для розрахунку опалення приміщення за правилами та нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень.

**Об’єкт дослідження** – автоматизація проєктування теплотехнічного забезпечення будівель.

**Методи дослідження** – Алгоритмізація та чисельне дослідження результатів розрахунку теплозабезпечення приміщень громадського та виробничого призначення.

**Результати роботи:** Проведено дослідження впливу параметрів мікроклімату на організм людини. Обґрунтовано вплив температури повітря на продуктивність праці, визначено вимоги до програмного продукту, який дозволяє виконувати розрахунки тепловитрат. Розроблено програмний додаток для розрахунку опалення за спеціальними формулами, в основу якого беруться технічні параметри будівлі за допомогою мови JavaScript.

**Ключові слова.** АЛГОРИТМ, ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, СИСТЕМИ АВОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ.

## **ABSTRACT**

**Hrytsyuta Ya.O.**

**Topic:** "Development of an application for calculating heat consumption"

**Specialty:** 014.09 Secondary education. Computer Science

**Institution:** DZ LNU named after T. Shevchenko, 2024.

**The master's thesis contains:** 47 pages, 4 figures, 2 appendices, 24 sources.

**The purpose of the work** is to develop a software application for calculating room heating according to the rules and normative documents regulating the parameters of the microclimate of industrial premises.

**The object of the research** is the automation of the design of heat engineering support of buildings.

**Research methods** – Algorithmization and numerical study of the results of heat supply calculations for public and industrial premises.

**Results of the work:** The study of the influence of microclimate parameters on the human body was carried out. The influence of air temperature on labor productivity is substantiated, the requirements for a software product that allows heat loss calculations are defined. A software application has been developed for calculating heating according to special formulas, which is based on the technical parameters of the building using the JavaScript language.

**Keywords.** ALGORITHM, HEAT CALCULATION, SOFTWARE,  
AUTOMATED DESIGN SYSTEMS

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
РОЗДІЛ 1. МІКРОКЛІМАТ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ .....	9
1.1. Аналіз існуючого програмного забезпечення для розрахунку тепловтрат .....	9
1.1.1. Програма розрахунку втрат тепла приміщення TEPLOOV RTI.....	9
1.1.2. Розрахункова програма HERZ OZC .....	10
1.1.3. Програма Audytor OZC .....	12
1.2. Вплив параметрів мікроклімату на організм людини .....	13
1.3. Нормалізація параметрів мікроклімату .....	15
Висновки до 1 розділу .....	16
РОЗДІЛ 2. ОПАЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ .....	17
2.1. Системи опалення .....	17
2.2. Основні поняття і величини теплотехніки .....	19
2.2.1. Щільність будівельних матеріалів.....	19
2.2.2. Теплопровідність будівельних матеріалів .....	20
2.2.3. Термічний опір (опір теплопередачі) .....	21
2.2.4. Тепловий баланс приміщення.....	21
2.3. Втрати теплоти через окремі загородження в приміщенні.....	23
Висновки до 2 розділу .....	24
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКИ ТЕПЛОВТРАТ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ.....	26
3.1. Аналіз технології для розробки застосування.....	26
3.2. Розрахунок потужності.....	27
3.3. Формула розрахунку тепловтрат приміщення .....	28
3.4. Розробка розрахункової програми .....	31
Висновки до 3 розділу .....	38
ВИСНОВКИ.....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	40

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДСН	державні санітарні норми
СНіП	санітарні норми і правила
ДСТУ	державні стандарти України
ПЗ	програмне забезпечення
ПК	персональний комп'ютер
КК	користувач комп'ютером
ДНАОП	державні нормативні акти про охорону праці
ССБП	система стандартів безпеки праці
ЕОМ	електроно обчислювальна машина

## ВСТУП

Однією з характерних особливостей сучасного розвитку суспільства є зростання сфер діяльності, в яких використовуються інформаційні технології. Персональні комп'ютери стали широко поширеними, проте їх використання виникли проблеми, пов'язані зі збереженням власного та суспільного здоров'я. Це вимагає поліпшення існуючих та розробки нових підходів до організації робочих місць та проведення профілактичних заходів для уникнення негативних наслідків впливу ПК на здоров'я користувачів.

Заходи з охорони праці користувачів ПК слід розглядати в трьох основних аспектах: соціальному, психологічному та медичному. Соціальної планом розв'язання цих проблем пов'язано з оптимізацією умов життя, праці, відпочинку, харчування, побуту та розвитком культури і транспорту.

Велике значення у профілактиці розладів здоров'я належить психології праці. Тому заходи, пов'язані з формуванням раціональних виробничих колективів, у яких відсутня психологічна несумісність, сприяють зменшенню нервово-психічного перенапруження, підвищенню працездатності та ефективності праці. Оскільки цю проблему вирішити відразу неможливо, цілеспрямовано на рівні підприємства чи організації усувати виробничі умови, які є сприятливими для розвитку емоційного та фізичного стресу.

Один із важливих аспектів охорони праці полягає в реалізації заходів в галузі виробничої санітарії в технічних рамках. Такі заходи включають організаційні, гігієнічні та санітарно-технічні ініціативи та засоби, які спрямовані на уникнення негативного впливу шкідливих виробничих факторів на працюючих. Це включає створення комфортного мікроклімату за допомогою налагодження систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, теплоізоляцію будівельних конструкцій та технологічного обладнання, а також заміну шкідливих речовин та матеріалів на безпечні і т.ін.

У 2008 році була ухвалена програма підвищення енергоефективності у

будівельній галузі на період до 2030 року [25]. Вимоги до теплозахисту вікон стали більш суворими, а також встановлено нові контрольні показники теплових потоків для різних типів житлових та громадських будівель. Підвищення рівня теплозахисту будинків може призвести не лише до зменшення споживаної енергії, але й до поліпшення теплового комфорту в приміщеннях за більш низьких температур внутрішнього повітря.

Питання оперативного та достовірного розрахункового аналізу теплового режиму приміщень для визначення тепловтрат залишаються актуальними для вирішення наступних інженерних задач проектування та експлуатації будівель різного призначення:

- Проектування нових приміщень зі зменшеними показниками тепловтрат.
- Проектування нових систем опалення, вентиляції та кондиціювання повітря, оптимізація параметрів яких повинна проводитися спільно з використанням теплових моделей приміщень.
- Аналіз тепловтрат існуючих будівель та окремих приміщень з метою розробки оптимальних заходів щодо їх зниження. За допомогою розробленої програми, реалізуємо обчислення потужності системи з урахуванням запасу інтенсивності теплоутворення формулою розрахунку тепловтрат приміщення.

Ретельно складено технологію розрахунку тепловтрат приміщення за ДСН 3.3.6.042-99 [1, 2], що дає можливість підвищити ефективність праці та покращення параметрів мікроклімату виробничих приміщень.

**Мета:** розробка програмного додатку для розрахунку опалення приміщення за правилами та нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень.

У процесі дослідження вирішуються такі **задачі**:

1. дати аналіз впливу параметрів мікроклімату на організм людини;
2. провести дослідження впливу температури повітря на продуктивність праці та на тепловіддачу організму людини;

3. розробити програму розрахунку опалення приміщення;

**Об'єкт дослідження:** технологія розрахунку тепловтрат приміщення за ДСН 3.3.6.042-99 та ДБН В.2.5-67:2013.

**Предметом** дослідження розрахунки опалення приміщення за правилами та нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень.

**Структура роботи:** вступ, три розділи, загальні висновки, список використаних джерел, додатки.

Перший розділ містить у собі аналіз існуючих Інтернет програмних продуктів для розрахунку тепловтрат будівель та загальні вимоги до мікроклімату виробничих приміщень, які характеризують оптимальні та допустимі параметри мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень для різних категорій робіт у теплий та холодний періоди року.

У другому розділі описано комплекс основних елементів системи опалення, необхідних для нагрівання приміщень у холодний період року. Відображено фізичні основи теплопровідності матеріалів, описано нормативну базу України, яка визначає методи розрахунку тепловтрат, приведено математичний апарат розрахунку.

У третьому розділі надано розрахунок опалення за спеціальними формулами, в основу якого беруться технічні параметри будівлі та процес створення програми обчислення коефіцієнту тепловтрат приміщення, для розрахунку необхідної потужності опалювальних приладів за допомогою мови JavaScript.



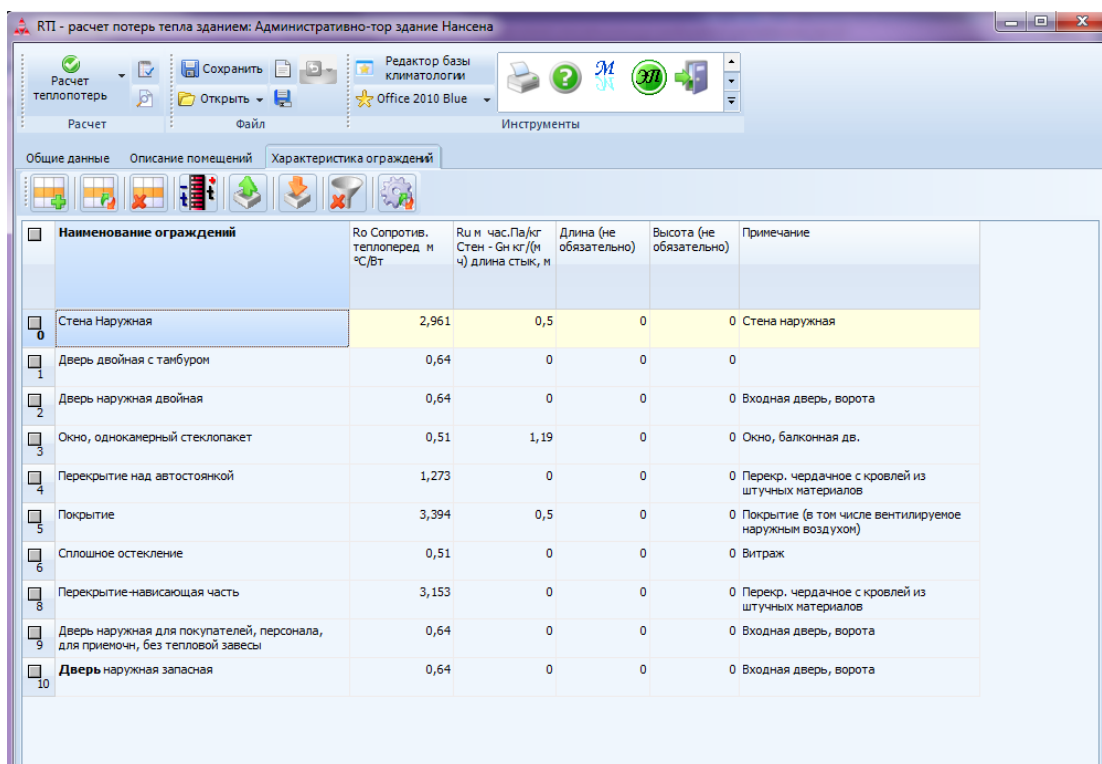
## РОЗДІЛ 1

### МІКРОКЛІМАТ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

#### 1.1. Аналіз існуючого програмного забезпечення для розрахунку тепловтрат

##### 1.1.1. Програма розрахунку втрат тепла приміщення *TEPLOOV RTI*

RTI – програма для розрахунку втрат тепла і інфільтрації приміщеннями будівель (тепловтрат) [5].



RTI - расчет потерь тепла зданием: Административно-тор здание Нансена

Расчет тепловтрат | Сохранить | Открыть | Редактор базы климатологии | Office 2010 Blue | Инструменты

Общие данные | Описание помещений | **Характеристика ограждений**

Наименование ограждений	R <sub>0</sub> Сопротив. теплопередач м <sup>2</sup> ·°С/Вт	R <sub>и</sub> м час.Па/кг Стен - Гн кг/(м <sup>2</sup> ·ч) длина стык, м	Длина (не обязательно)	Высота (не обязательно)	Примечание
0 Стена Наружная	2,961	0,5	0	0	Стена наружная
1 Дверь двойная с тамбуром	0,64	0	0	0	
2 Дверь наружная двойная	0,64	0	0	0	Входная дверь, ворота
3 Окно, однокамерный стеклопакет	0,51	1,19	0	0	Окно, балконная дв.
4 Перекрытие над автостоянкой	1,273	0	0	0	Перекрыт. чердачное с кровлей из штучных материалов
5 Покрытие	3,394	0,5	0	0	Покрытие (в том числе вентилируемое наружным воздухом)
6 Сплошное остекление	0,51	0	0	0	Витраж
8 Перекрытие-нависающая часть	3,153	0	0	0	Перекрыт. чердачное с кровлей из штучных материалов
9 Дверь наружная для покупателей, персонала, для приеючн, без тепловой завесы	0,64	0	0	0	Входная дверь, ворота
10 Дверь наружная запасная	0,64	0	0	0	Входная дверь, ворота

Рис. 1.1 – Вікно програми RTI

Програма призначена для визначення втрат тепла у будівлях і спорудженнях різного призначення, враховуючи втрати тепла через інфільтрацію, з метою складання теплового балансу приміщень і розрахунку навантажень на опалювальні прилади під час проектування систем опалювання.

За допомогою цієї програми можна:

- Розрахувати опір теплопередачі багатошарових конструкцій;
- Вибрати оптимальну товщину ізоляції для стін;
- Перевірити температуру на межах шарів конструкцій;
- Визначити "точку роси" на внутрішніх поверхнях і в кутах приміщень;

Виконати розрахунок параметрів енергетичного паспорта будівлі для підготовки "Енергетичного паспорта будівлі".

Ця програма може використовуватися як самостійний інструмент, так і входити у склад інших програм комплексу TEPLOOV. Розрахунки включають визначення основних втрат тепла, втрат тепла через інфільтрацію, теплових втрат у приміщеннях та розрахункові навантаження для проектування опалювання. Також враховуються коефіцієнти теплопередачі, товщини утеплюючого шару, температура на поверхні конструкцій та температура точки роси.

В програму вводяться теплотехнічні характеристики і розміри конструкцій, що забезпечують захист, а також кліматичні дані зовнішнього повітря. Інформація представлена у вигляді "дерева" зручним і наочним способом за принципом: Поверхня → Кімната → Зовнішнє обгородження (→ Вікно (Двері)). Це дає можливість швидко вводити, знаходити і коригувати дані. Механізм шаблонів дозволяє вносити корекції у вже описані захисні конструкції, такі як вікна, двері і інші, "на льоту", у разі необхідності зміни їх типорозмірів. Вихідні дані включають втрати тепла через огорожувальні конструкції та внаслідок інфільтрації зовнішнього повітря в приміщення будівлі.

#### *1.1.2. Розрахункова програма HERZ OZC*

Програма HERZ OZC служить для визначення розрахункових тепловтрат окремих приміщень у будівлі, а також усієї будівлі загалом. Розрахунок проводиться згідно з відповідними нормами [6].

Итоги - Ведомость ограждений				
Символ	Описание ограждения	к	F	Qогр
		Вт/м2K	м2	Вт
	Двери внутренние	5.100	7.0	0
2	Двери для гаража и тамбура, деревянные	2.500	23.8	3
	Ворота	2.500	2.2	198
2	Ворота для гаража	2.500	6.5	405
3	Окна, спаренный переплет тройное остекл.	2.000	19.3	1509
I-G	Пол на	Итоги - Отопительные приборы		
I-P	Пол на	№ пом.	Тип отоп. пр.	п
II-G	Пол на			L
II-P	Пол на		эл.	м
II-PW	Пол на			Qрас
15	Площад.			Qреа
R-KLER	Перекрыт			Q%
п. п. м. п.	Пол на			Расг
		03	КОМПАКТ-11К-60	5
		04	КОМПАКТ-11К-60	4
		1	КОМПАКТ-11К-60	7
		1	КОМПАКТ-11К-60	8
				0.75
				0.60
				1.05
				1.20
				581
				426
				955
				955
				622
				486
				895
				1002
				100.0
				100.0
				50.0
				50.0

Рис. 1.2 – Вікно програми Herz OZC

Програма виконує:

- розрахунок коефіцієнтів теплопередачі для стін, підлог, дахів і горищних перекриттів;
- розрахунок втрат тепла для окремих приміщень;
- розрахунок втрат тепла усієї будівлі.

У програмі застосовано багато рішень, що полегшують і покращують роботу. Найважливіші з них це:

- розвинена довідкова система;
- багатий каталог будівельних матеріалів;
- функція автоматичного визначення опорів теплопередачі, опорів повітряних прошарків горищних перекриттів, опору ґрунту;
- функція автоматичного створення наступних поверхів, копіювання приміщень, а також вибору приміщень у разі, якщо під час введення даних про приміщення буде необхідно викликати інше приміщення;
- опція автоматичного розподілу тепловтрат з приміщення з малою потребою в тепловій потужності (наприклад, коридор) до сусідніх приміщень, що дає можливість для безпосереднього перенесення підсумків розрахунків в програму HERZ OZC.

Підсумки розрахунків втрат тепла є вихідними даними для програми HERZ OZC – додатку для проектування систем центрального опалювання.

### 1.1.3. Програма Auditor OZC

Програма Auditor OZC виконує розрахунок коефіцієнта теплопередачі багат шарових огороджувальних відповідно до норми PN - EN ISO 6946. Також має можливість попереднього підбору опалювальних приладів для приміщень [7].

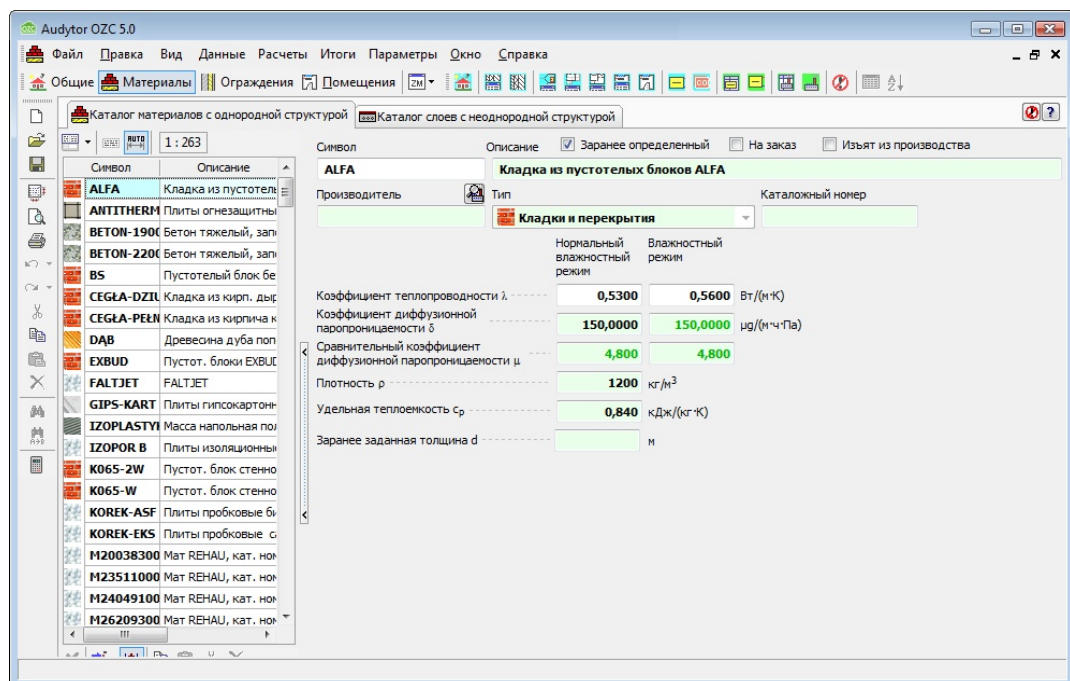


Рис. 1.3 – Вікно програми Auditor OZC

Програма виконує:

- розрахунок коефіцієнтів теплопередачі  $U(k)$  для стін, підлоги, дахів і горизонтів;
- розрахунок тепловтрат для окремих приміщень;
- розрахунок тепловтрат усієї будівлі;
- розрахунок теплового балансу за опалювальний період для житлових будівель.

## **1.2. Вплив параметрів мікроклімату на організм людини**

Мікроклімат (метеорологічні умови) у виробничих приміщеннях значно впливає на стан організму працівника та його працездатність. Під мікрокліматом розуміють умови внутрішнього середовища приміщень, що впливають на тепловий обмін між працюючими та оточуючим середовищем. Ці умови визначаються температурою, відносною вологістю, швидкістю руху повітря, температурою поверхонь, що оточують людину, та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення [2–5].

Навіть при змінювані параметрів мікроклімату виробничих приміщень, таких як температура, тіло людини залишається стабільним (36,6 °C). Це властивість організму людини підтримувати тепловий баланс із зовнішнім середовищем, що називається терморегуляцією. Нормальне функціонування фізіологічних процесів та збереження хорошого самопочуття можливе лише при постійному відведенні тепла, що виділяється організмом людини, в навколишнє середовище. Оптимальні мікрокліматичні умови вважаються тими, за яких цей процес має місце. Кількість тепла, яке утворюється в організмі людини, залежить від фізичних навантажень, а рівень тепловіддачі залежить від мікрокліматичних умов, переважно температури повітря (таблиця 1).

Віддача тепла організмом людини в навколишнє середовище відбувається за допомогою трьох основних методів: конвекцією, випромінюванням та випаровуванням вологи з поверхні шкіри.

Умови, при яких відбувається віддача тепла, визначають ефективність кожного методу. Наприклад, при зниженні температури повітря та його повільному русі, збільшується внесок віддачі тепла випромінюванням. Одночасно з цим, разом з потом, організм втрачає важливі речовини, такі як вода, вітаміни і мінеральні солі, що може призвести до обезводнення та порушення обміну речовин. Таким чином, працівники "гарячих" цехів можуть забезпечувати свій організм газованою підсоленою водою для

утримання водного балансу та підтримання нормального обміну речовин [6, 7].

*Таблиця 1.*  
**Кількість тепла та вологи, що виділяється однією людиною**

Виконувана робота	Тепло, Вт				Волога, г/ год	
	Повне		Явне		при 10 °С	при 35 °С
	при 10 °С	при 35 °С	при 10 °С	при 35 °С		
<i>У стані спокою</i>	160	93	140	2	30	115
Фізична:						
легка	180	145	150	5	40	200
середньої важкості	215	195	165	5	70	280
важка	290	290	195	10	135	415

Вологість повітря виявляє значний вплив на процес віддачі тепла через випаровування. Висока вологість ускладнює випаровування та зменшує ефективність віддачі тепла. Зниження вологості сприяє поліпшенню процесу тепловіддачі випаровуванням. Проте, екстремально низька вологість може викликати висихання слизових оболонок дихальних шляхів.

Рух повітря визначає рівень тепловіддачі з поверхні шкіри конвекцією і випаровуванням. У виробничих приміщеннях з високою температурою повітря до 35 °С, рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом. При підвищенні температури рухоме гаряче повітря саме буде передавати своє тепло тілу людини, спричиняючи його нагрівання.

З іншого боку, рухоме повітря при низьких температурах може призвести до переохолодження організму. Різкі зміни температури в приміщенні, яке просочується холодним повітрям, суттєво порушують терморегуляцію організму та можуть призвести до захворювань верхніх дихальних шляхів.

Організм має значні можливості адаптуватися до метеорологічних умов, проте ці можливості не є безмежними. В режимі спокою верхньою

межею терморегуляції людини вважається 30—31 °С при відносній вологості 85% або 40 °С при відносній вологості 30%. При виконанні фізичної роботи ця межа істотно знижується. Наприклад, при важкій фізичній праці теплова рівновага може зберігатися за умов температури 25—26 °С (відносна вологість 40—60%).[6, 7]

Отже, для забезпечення нормального теплового самопочуття людини важливо, щоб температура, відносна вологість і швидкість руху повітря знаходились у визначеному співвідношенні.

### 1.3.Нормалізація параметрів мікроклімату

На сьогоднішній день основоположними регуляторами параметрів мікроклімату виробничих приміщень є ДСН 3.3.6.042-99 [1, 2]. Ці параметри стандартизуються для робочої зони, яка визначає простір, де розташовані робочі місця, які використовуються працівниками постійно або тимчасово.

Основою для нормування параметрів мікроклімату є диференційна оцінка оптимальних та припустимих метеорологічних умов у робочій зоні, залежно від категорії виконуваних робіт, сезону року та типу робочих місць.

Таблиця 1 наводить оптимальні та припустимі параметри мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень для різних категорій робіт у теплий і холодний періоди року. Визначення періоду року здійснюється за середньодобовою температурою зовнішнього середовища  $i_{cd}$ .

При

$i_{cd} < +10$  °С — холодний період,

а якщо

$i_{cd} > +10$  °С — теплий період року.

Допустимі значення параметрів мікрокліматичних умов встановлюються у випадках, коли неможливо забезпечити оптимальні умови мікроклімату на робочих місцях з огляду на технологічні вимоги виробництва, технічну недосяжність та обґрунтовану економічну недоцільність.

### **Висновки до 1 розділу**

Проаналізовано Інтернет-програми для розрахунку тепловтрат приміщень, розроблені закордонними компаніями. Вони не повністю відповідають вітчизняним стандартам та нормам, тому створення програмного додатку, який відповідає всім вимогам вітчизняного законодавства, є актуальною задачею на сучасному етапі.

Для забезпечення нормального теплового самопочуття людини важливо, щоб температура, відносна вологість і швидкість руху повітря перебували у визначеному співвідношенні. Допустимі значення параметрів мікроклімату встановлюються у випадках, коли неможливо забезпечити оптимальні умови мікроклімату на робочих місцях з огляду на технологічні вимоги виробництва, технічну недосяжність та обґрунтовану економічну недоцільність.

Оптимальні та допустимі параметри мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень для різних категорій робіт у теплий та холодний періоди року визначаються за середньодобовою температурою зовнішнього середовища.



## РОЗДІЛ 2

### ОПАЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

#### 2.1. Системи опалення

— Системи опалення є комплексом компонентів, необхідних для обігріву приміщень у холодний період року. Основними складовими систем опалення є джерела тепла, теплові мережі та опалювальні прилади (радіатори). Теплоносіями можуть бути нагріта вода, пара або повітря.

— Системи опалення розподіляються на два основні типи: місцеві та центральні.

— До місцевих належать пічне, повітряне опалення, а також опалення місцевими газовими та електричними приладами. Зазвичай місцеве опалення використовується в житлових та побутових приміщеннях, а також в невеликих виробничих приміщеннях малих підприємств.

— До систем центрального опалення відносять водяне, парове, панельне, повітряне та комбіноване опалення.

— Водяні та парові системи опалення можуть бути низького тиску (тиск пари до 70 кПа або температура води до 100 °C) або високого тиску (тиск пари більше 70 кПа або температура води понад 100 °C), залежно від параметрів пари чи температури води.

— Система водяного опалення низького тиску відповідає основним санітарно-гігієнічним стандартам і широко використовується в різних галузях промисловості. Основні переваги цієї системи включають рівномірне обігрівання приміщення, можливість централізованого регулювання температури теплоносія (води), відсутність запаху гару при осіданні пилу на радіаторах, підтримання відносної вологості повітря на відповідному рівні (без пересушування повітря), уникнення опіків від нагрівальних приладів і забезпечення пожежної безпеки.

— Місцеве водяне опалення використовується там, де відсутні

централізовані системи водопроводу, каналізації і теплопостачання в окремих містах. У зв'язку з тривалим процесом створення таких систем, вони приймаються як основний метод сантехнічного благоустрою, надаючи прості та місцеві рішення.

Перші, це універсальні вбудовані системи, які використовуються в умовах відсутності напірних водопровідних мереж, такі як люфт-і пудрклозети.

Другі - це локальні системи змивної каналізації, водопроводу і водяного опалення. Основні вимоги до них включають відповідність санітарним стандартам, довговічність та надійність експлуатації, а також простоту монтажу і можливість виготовлення власноруч.

У проектах одноквартирних будинків рекомендується розглядати три варіанти внутрішнього обладнання:

I варіант - прості системи (такі як пічне опалення, пудр- або люфтбо-зети);

II варіант - локальні системи водопроводу, каналізації, водяного опалення;

III варіант - централізовані системи з общепоселкових інженерних комунікацій.

В обох перших варіантах обладнання слід розглядати як можливість подальшого переобладнання для приєднання до централізованих мереж.

Головний недолік водяної системи опалення полягає в можливості її замерзання при вимиканні в зимовий період, а також повільному нагріванні великих приміщень після тривалої перерви в опаленні.

— Щодо *парового* опалення, воно характеризується рядом санітарно-гігієнічних недоліків. Наприклад, перегріте повітря знижує його відносну вологість, і органічний пил, що осідає на обігрівальних пристроях, може підгоріти, створюючи запах гару. Також існує ризик виникнення пожеж і опіків.

З урахуванням вказаних недоліків не рекомендується застосовувати

парове опалення в приміщеннях з підвищеною пожежною небезпекою та в тих, де велика кількість органічного пилу.

З економічної точки зору систему парового опалення доцільно впроваджувати на великих підприємствах, де одна котельня може забезпечити необхідне опалення всіх корпусів і будівель.

— Використання *панельного* опалення є доцільним у приміщеннях адміністративного та побутового призначення. Ця система опалення працює за рахунок тепла, що видається будівельними конструкціями, в які вбудовані спеціальні обігрівальні пристрої (труби, що мають циркулюючу воду, або електронагрівальні елементи). Основні переваги цієї системи включають рівномірне та стабільне нагрівання приміщення, економію робочого простору за рахунок відсутності виступаючих обігрівальних приладів, а також можливість використання влітку для охолодження приміщень, пропускаючи через систему холодну воду. Основні недоліки включають відносно великі витрати на встановлення та складність ремонту під час експлуатації.

— *Повітряне* опалення може бути централізованим (з подачею нагрітого повітря від єдиного джерела тепла) або місцевим (з подачею теплого повітря від локальних обігрівальних приладів). Основні переваги цієї системи включають швидкий тепловий ефект у приміщенні при включенні системи, відсутність обігрівальних приладів у приміщенні, можливість використання влітку для охолодження та вентиляції, а також економічність, особливо у випадку, коли ця система поєднана із загальнообмінною вентиляцією.

## **2.2. Основні поняття і величини теплотехніки**

При проведенні обчислень важливо осмислено розуміти фізичний зміст різноманітних термінів і величин, що використовуються у галузі будівельної теплотехніки.

### *2.2.1. Щільність будівельних матеріалів*

Щільність будівельних матеріалів  $\gamma$ ,  $\text{кг/м}^3$  — це відношення маси

будівельного матеріалу ( $P$ , кг) до його об'єму ( $V$ , м<sup>3</sup>):

$$\gamma = \frac{P}{V} \quad (1)$$

Щільність різноманітних будівельних матеріалів значно варіюється, охоплюючи широкий діапазон від 25-30 кг/м<sup>3</sup> - у пористих пластмасах (таких як пінополістирол, пенополіуретан) до 2800-3000 кг/м<sup>3</sup> - у граніту і мраморі.

#### 2.2.2. Теплопровідність будівельних матеріалів

Характеризується коефіцієнтом теплопровідності  $\lambda$ , Вт/м·°С, що виражає кількість тепла, що проходить через 1 м<sup>2</sup> огороження товщиною 1 метр при різниці температур на внутрішній і зовнішній поверхні огороження в 1°С.

На коефіцієнт теплопровідності матеріалу впливають такі властивості матеріалу:

- Щільність (пористість): більше закритих пор в матеріалі веде до зменшення коефіцієнта теплопровідності, оскільки  $\lambda$  будь-якого щільного матеріалу є не менше ніж в 100 разів більше, ніж  $\lambda$  повітря.
- Хімічно-мінералогічний склад: наявність кристалічних і аморфних речовин у матеріалі в різних співвідношеннях впливає на коефіцієнт теплопровідності, де більший відсоток кристалічних речовин збільшує його значення.
- Власна температура матеріалу конструкції: чим вища температура, тим більший коефіцієнт теплопровідності конструкції.
- Вологість матеріалу: зволоження конструкції збільшує його коефіцієнт теплопровідності, оскільки волога має вищий коефіцієнт теплопровідності, приблизно в 20 разів, ніж повітря. Це може призводити до промерзання конструкції та утворення льоду, який має ще більший коефіцієнт теплопровідності, в 4 рази вищий, ніж у води. Тому необхідно уникати перезволоження конструкцій, що захищають.

Найбільший коефіцієнт теплопровідності мають метали: сталь —

50 Вт/м·°С, алюміній – 190 Вт/м·°С, мідь – 330 Вт/м·°С. Найменший коефіцієнт теплопровідності у ефективних утеплювачів, пінополістиролу і пінополіуретану : 0,03-0,04 Вт/м·°С.

### 2.2.3. Термічний опір (опір теплопередачі)

Опір теплопередачі  $R$ , м<sup>2</sup>·°С/Вт, - найважливіша теплотехнічна властивість обгороджування. Він характеризується різницею температур внутрішньої і зовнішньої поверхні обгороджування, через 1 м<sup>2</sup> якого проходить 1 ват теплової енергії (1 кілокалорія в годину)[ ДБН В .2.6-31].

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (2)$$

де  $\delta$  - товщина обгороджування, м;

$\lambda$  - коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·°С.

Чим вищий термічний опір конструкції, яка використовується для захисту, тим ефективніше її теплоізоляційні властивості. З формули (2) стає зрозуміло, що для підвищення термічного опору  $R$  можна збільшити товщину обгородження  $\delta$ , або зменшити коефіцієнт теплопровідності  $\lambda$ , що означає використання більш ефективних матеріалів. Економічно вигідніше використовувати останній підхід.

### 2.2.4. Тепловий баланс приміщення

Температурний режим у приміщенні залежить від теплової потужності системи опалення та розташування обігрівуючих пристроїв, теплоізоляції зовнішніх стін, а також від інтенсивності інших джерел втрат тепла. У холодний період року тепло втрачається через зовнішні стіни. Крім того, тепло витрачається на нагрівання зовнішнього повітря, яке проникає в приміщення через нещільність стін, а також на підігрів матеріалів, транспортних засобів, виробів та одягу, що холодними днями потрапляють з вулиці.

Система вентиляції приміщення може подавати повітря з нижчою температурою порівняно з повітрям усередині, а також технологічні процеси

можуть включати випар рідин та інші процеси, що супроводжуються витратою тепла. В усталеному режимі втрати тепла дорівнюють його надходженню. Тепло надходить у приміщення від технічного обладнання, штучного освітлення, нагрітих матеріалів, виробів, через віконні отвори від сонячних променів, а також від людей. Технологічні процеси, такі як конденсація вологи, хімічні реакції та інші, також можуть викликати виділення тепла в приміщенні.

Для складання теплового балансу будівлі необхідно враховувати всі вказані джерела надходження тепла і втрати його. У цивільних будівлях основним джерелом тепла є система опалення, а ключовим фактором втрат тепла є тепловтрати через зовнішні конструкції.

Зведенням усіх компонентів надходження та втрати тепла у тепловому балансі приміщення можна визначити дефіцит або надлишок теплоти. Дефіцит теплоти  $\Delta Q$  вказує на необхідність встановлення системи опалення, тоді як надлишок теплоти зазвичай регулюється системою вентиляції. Для визначення теплової потужності системи опалення складається баланс годинних витрат тепла протягом розрахункового зимового періоду:

$$Q_{\text{н}} = \Delta Q = Q_{\text{заг}} + Q_{\text{вент}} \pm Q_{\text{т-б}}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  — витрати теплоти через зовнішні загородження;

$Q_{\text{вент}}$  — витрати теплоти на обігрів потоку повітря, що надходить до приміщення;

$Q_{\text{т-б}}$  — технологічні та побутові виділення чи витрати теплоти.

Баланс формується для ситуацій, коли виникає максимальний дефіцит тепла при заданому коефіцієнті забезпеченості. Для цивільних будівель зазвичай враховують періодичні теплові потоки, що надходять в приміщення від людей, освітлення та інших побутових джерел тепла. У промислових будівлях враховують період технологічного циклу з мінімальним виділенням тепла.

Тепловий баланс складається для стаціонарних умов. Нестационарність процесу, теплостійкість приміщень, періодичність роботи системи опалення враховуються за допомогою спеціальних розрахунків, що базуються на теорії теплостійкості.

### 2.3. Втрати теплоти через окремі загородження в приміщенні

Найбільші втрати теплоти через окремі обгороджування визначають по формулі

$$Q_i = \frac{A_i}{R_{o\ i}^{np}} (t_n - t_n) n_i (1 + \sum \beta_i) \quad (3)$$

де  $R_{o\ i}^{np}$  — приведений супротив теплопередачі загородження;

$n_i$  — коефіцієнт, що враховує фактичне зниження розрахункової різниці температур ( $t_n - t_n$ ) для загородження, які відокремлюють приміщення, що опалюється від того, що не опалюється (підвал, горище, тощо);

$\beta_i$  — коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати через загородження;

$A_i$  — площа загородження. Індекс відносить всі позначення до  $i$ -ого загородження.

Величина найбільших тепловтрат буде визначатися коефіцієнтом забезпечення внутрішніх умов в приміщенні  $K_{об}$ , при цьому обране значення  $t_n$  враховується. Зовнішні загородження зазвичай мають різний рівень теплостійкості. Внаслідок малої теплостійкості (вікна, легкі конструкції) тепловтрати при похолоданні різко зростатимуть, практично миттєво реагуючи на зміни температури зовнішнього повітря. З теплостійких загороджень (стіни, перекриття) втрати теплоти в період різкого похолодання зростають незначно, а в часі ці зміни тепловтрат значно відстають від зниження зовнішньої температури. Втрати теплоти через масивні загородження викличуть зниження температури приміщення пізніше, ніж у випадку легких. Таким чином, максимальні втрати теплоти усім приміщенням в розрахункових умовах періоду різкого похолодання не будуть

дорівнювати сумі найбільших втрат через окремі загородження. Необхідно провести аналіз втрат теплоти через окремі загородження з урахуванням їхнього зміщення в часі.

Для спрощення вирішення цього завдання можна зосередитися на одному огороженні, через яке тепловтрати найбільші. Зазвичай таким елементом є вікно. Під час різкого похолодання, за результатами фактичних спостережень, втрати тепла через вікна становлять до 80% або навіть більше від загальних тепловтрат. Враховуючи ці спостереження, можна також вважати, що максимальні тепловтрати приміщення  $Q_{огор}$  співпадають в часі, з найбільшими теплопогереями через вікна. Оскільки вікна майже не мають теплової інерції, їхні найбільші тепловтрати відповідають мінімальній зовнішній температурі на розрахунковій кривій. Величину  $Q_{огор}$  можна обчислити за допомогою формули:

$$Q_{огор} = Q_{вік} + \sum Q_i^* \quad (4)$$

де,  $Q_{вік}$  - найбільші тепловтрати через вікна, що визначаються за формулою (3), при  $t_n = t_{n_o} + \Delta t_n$ ,

$\sum Q_i^*$  - сума втрат через усі інші огороження у момент часу найбільших тепловтрат через вікна.

## Висновки до 2 розділу

При виборі опалювальної системи для проектування чи реконструкції підприємств важливо враховувати санітарно-гігієнічні, виробничі, експлуатаційні та економічні аспекти. Зазначимо, що ефективною може бути комбінована система опалення (центральне повітряне опалення, поєднане з загальнообмінною вентиляцією та водяним низьким тиском). Для визначення тепловтрат через окремі огороження важливо враховувати фізичні характеристики матеріалів огороження та зовнішнього середовища, зокрема:

- коефіцієнт теплопровідності  $\lambda$ ;



- товщина огороження  $h$ ;
- площа огороження  $S$ ;
- внутрішню та зовнішню температуру  $t_v$  та  $t_z$ .

Ці дані використовуються як вхідні для розробки програми розрахунку тепловтрат.

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРАХУНКИ ТЕПЛОТРАТ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ

#### 3.1. Аналіз технології для розробки застосування

Однією з задач магістерського дослідження є розробка програми на мові сценаріїв JavaScript, яка дозволяє фахівцям проводити точні теплові розрахунки, враховуючи всі параметри кожного окремого приміщення. JavaScript може використовуватися в файлах веб-сторінок поряд з HTML для реалізації інтерактивних можливостей на веб-сторінках, а в якості скрипкових мов - CSS і HTML останніх стандартів. [17-20]

Мова JavaScript є високорівневою, інтерпретованою мовою програмування, яка використовується для створення динамічного та інтерактивного контенту на веб-сторінках. Основні характеристики мови JavaScript включають:

1. Легкість вивчення та використання: JavaScript розроблено так, щоб бути доступним і зрозумілим для новачків. Синтаксис мови подібний до інших мов програмування, таких як Java та C++, що полегшує перехід для тих, хто вже володіє досвідом програмування.
2. Широке застосування: JavaScript може використовуватися як на стороні клієнта (в браузері користувача), так і на стороні сервера (за допомогою платформ, таких як Node.js). Це дає можливість створювати як клієнтські, так і серверні додатки.
3. Інтерактивність: JavaScript використовується для створення веб-сторінок з різними рівнями інтерактивності. Він може реагувати на події користувача, такі як натискання кнопок, переміщення миші і введення даних.
4. Обробка DOM: JavaScript може маніпулювати Document Object Model (DOM) веб-сторінки, що дозволяє змінювати структуру, стиль та вміст сторінки в реальному часі без перезавантаження сторінки.
5. Асинхронність: Здатність виконання асинхронного коду дозволяє

взаємодіяти з сервером та іншими ресурсами без блокування виконання інших операцій.

6. Багатофункціональність: За допомогою JavaScript можна створювати різноманітні додатки, включаючи валідацію форм, анімацію, ігри, мобільні додатки та багато іншого.

Загальне використання JavaScript сприяє його широкому прийняттю та невід'ємною частиною веб-розробок.

### **3.2. Розрахунок потужності**

Самостійний розрахунок системи опалення не призведе до успішного результату, оскільки ефективність системи залежить від правильно заданих технічних параметрів будівлі. Складовими системи опалення є такі компоненти, як котел, радіатори, труби, насоси та крани. Основні помилки при розрахунку опалювального обладнання включають невірне визначення потужності. Важливо враховувати обсяг приміщення при розрахунках, оскільки опалюється не площа, а весь об'єм приміщення. Розрахунок опалення ґрунтується на спеціальних формулах, де в основу беруться технічні параметри будівлі:

- Матеріал і товщина стін.
- Кількість вікон і дверей.
- Поверхові перекриття будівлі.
- Зовнішні та внутрішні стіни.
- Фізичні параметри приміщень (об'єм).

При серйозних помилках, коли в розрахунках використовуються розміри площі приміщень замість їх об'єму, система може працювати неефективно, і коефіцієнт корисної дії буде мінімізований. Наприклад, може виникнути ситуація, коли котел безперервно працює і батареї опалення нагріті, але в приміщенні залишається прохолодно (некоректний розрахунок об'єму батарей опалення). У таких випадках рекомендується провести перерахунок, враховуючи втрачені параметри.

Повне описання всіх параметрів є завданням складним, оскільки система спочатку повинна бути розрахована, а потім вибирається відповідний матеріал. Навіть найменша помилка у розрахунках діаметра труб може призвести до непередбачуваних наслідків. Існує спеціальна процедура для уникнення таких ситуацій, де ефективність перевіряється за визначеною формулою. Ця процедура однакова незалежно від висоти будинку або його кількості поверхів, враховуючи лише кількість поверхів і технічні параметри будівлі. Для розрахунків існують спеціальні будівельні норми та стандарти, де закладені оптимальні параметри для конкретної території. [6]

Нижче подані спрощені формули для обчислення коефіцієнта тепловтрат приміщення та визначення необхідної потужності інфрачервоного та стандартного конвекційного опалення.

### **3.3. Формула розрахунку тепловтрат приміщення**

Правильні розрахунки потужності та інших параметрів системи опалення на етапі розробки допоможуть уникнути подальших проблем щодо підтримки температурного мікроклімату та оцінити доцільність використання тієї чи іншої системи для конкретного приміщення. [7, 8]

Точний тепловий розрахунок може бути проведений з врахуванням всіх параметрів кожного окремого виробничого або житлового приміщень. Ефективність системи опалювання можна обчислити враховуючи тепловтрати приміщень. Тепловтрати у приміщеннях житлових і комерційних будівель складаються з двох основних частин: втрат тепла через зовнішні конструкції (стіни, вікна, підлоги, перекриття) та витрат тепла на опалення повітря, що проникає в приміщення через нещільності в конструкціях. У промислових приміщеннях також враховуються інші джерела тепловтрат. Розрахунок тепловтрат приміщення включає в себе визначення сумарних втрат тепла через обгороджувальні конструкції (зовнішні захищення) та для всіх опалювальних приміщень. При деяких умовах можна не враховувати тепловтрати через внутрішні захищення, якщо різниця температур між

приміщеннями, які вони розділяють, не перевищує 3 °С. Формула розрахунку тепловтрат приміщень:

$$Q_t \text{ (кВт/час)} = 100 S K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 / 1000 \quad (5)$$

де  $Q_t$  – передбачувана теплова потужність, кВт/час

100 Вт/м<sup>2</sup> - питома величина теплових втрат (65-80 Вт/м кв). В її склад входять витрати теплової енергії, які відбуваються через поглиблення вікнами, стінами, підлогою та стелею; втрати через вентиляцію і негерметичні конструкції приміщення та інші фактори.  $S$  - це площа приміщення в квадратних метрах.

$K_1$  - коефіцієнт тепловтрат від вікон:

- для звичайного скління  $K_1 = 1,27$ ;
- для подвійного склопакету  $K_1 = 1,0$ ;
- для потрійного склопакету  $K_1 = 0,85$ .

$K_2$  - коефіцієнт тепловтрат від стін:

- для слабкої теплоізоляції  $K_2 = 1,27$ ;
- для стіни з двох цегель або з утеплювачем товщиною 150 мм  $K_2 = 1,0$ ;
- для доброї теплоізоляції  $K_2 = 0,854$ .

$K_3$  - коефіцієнт співвідношення площі вікон і підлоги:

- при 10% -  $K_3 = 0,8$ ;
- при 20% -  $K_3 = 0,9$ ;
- при 30% -  $K_3 = 1,0$ ;
- при 40% -  $K_3 = 1,1$ ;
- при 50% -  $K_3 = 1,2$ .

$K_4$  - коефіцієнт зовнішньої температури:

- при -10 градусах -  $K_4 = 0,7$ ;
- при -15 градусах -  $K_4 = 0,9$ ;
- при -20 градусах -  $K_4 = 1,1$ ;
- при -25 градусах -  $K_4 = 1,3$ ;
- при -35 градусах -  $K_4 = 1,5$ .

$K_5$  - кількість стін, які виходять назовні:

- одна -  $K5 = 1,1$ ;
- дві -  $K5 = 1,2$ ;
- три -  $K5 = 1,3$ ;
- чотири -  $K5 = 1,4$ .

**K6** - тип приміщення, розташованого над розглядуваним:

- холодне горище -  $K6 = 1,0$ ;
- тепле горище -  $K6 = 0,9$ ;
- опалювальне приміщення -  $K6 = 0,8$ .

**K7** - висота приміщення:

- 2,5 м  $K7=1,0$ ;
- 3,0 м  $K7=1,05$ ;
- 3,5 м  $K7=1,1$ ;
- 4,0 м  $K7=1,15$ ;
- 4,5 м  $K7=1,2$ .

Після визначення коефіцієнта тепловтрат приміщення проводять розрахунок необхідної потужності опалювальних пристроїв, таких як інфрачервоне електричне опалення або електричне конвекційне опалення.

Принцип роботи інфрачервоного електричного опалення полягає в тому, що джерело інфрачервоного випромінювання генерує, формує теплове випромінювання і направляє його в зону обігріву. Це випромінювання потрапляє на огорожувальні конструкції (підлога, стіни), технологічне обладнання і тіла людей, що перебувають в зоні інфрачервоного випромінювання, нагріваючи їх. Потік інфрачервоного випромінювання, який поглинається одягом і шкірою людини, створює тепловий комфорт без підвищення температури навколишнього повітря. В приміщеннях, які обігріваються електричним інфрачервоним опаленням, повітря залишається практично прозорим для інфрачервоного випромінювання, і його нагрів здійснюється за рахунок "вторинного тепла", тобто конвекції від об'єктів і

конструкцій, нагрітих інфрачервоним випромінюванням:

формула визначення потужності інфрачервоних опалювальних приладів

$$N = 0,8 Q_t \quad (6)$$

де  $Q_t$  – коефіцієнт тепловтрат;

формула визначення потужності стандартного конвекційного опалення

$$N = 1,2 Q_t \quad (7)$$

де  $Q_t$  – коефіцієнт тепловтрат.

Як показує порівняння коефіцієнтів від 1,2 до 0,8, різниця в необхідній потужності опалення становить 1,5 рази на користь інфрачервоного опалення. [7, 8]

З урахуванням того, що конвекційне опалення працює приблизно 12 годин на добу, а інфрачервоне - 4-6 годин на добу, отримуємо економію в 4,5–6 разів при використанні системи економічного електричного інфрачервоного опалення. Додаткову економію (до 40%) можна отримати за допомогою використання терморегуляторів. Економічна вигода інфрачервоного опалення додатково зростає зі збільшенням висоти приміщення, яке опалюється.

Точний тепловий розрахунок може бути проведений фахівцями з врахуванням всіх параметрів кожного окремого приміщення..

### **3.4. Розробка розрахункової програми**

Одним із завдань є розробка програми на мові сценаріїв JavaScript дозволяє проводити точні теплові розрахунки спеціалістами з врахуванням всіх параметрів кожного окремого приміщення.

JavaScript - це мова сценаріїв, який може застосовуватися у файлах Web-сторінок поряд з HTML для реалізації в Web-сторінках інтерактивних можливостей. [9, 10, 12]

Розробка програми дозволяє виконувати розрахунки потужності опалювальної системи за допомогою формули (5). Файл calc.html було

створено для відображення форми, яка містить елементи управління, такі як текстове поле, прапорець та кнопка. Ці елементи управління призначені для відображення питань, восьми варіантів введення даних і кнопки, яка дозволяє обчислити обрані параметри за допомогою формули розрахунку тепловтрат приміщення. Нижче наведена частина HTML-конструкції, яка міститься у файлі calc.html.

```
<html>
<head>
    <!-- „Pi,t,{,|,,%o,,u,~,~,‘ ,,,,,p,q,,|,,y,,,,,y,,|,,u,,z -->
    <link rel=stylesheet href=„./menu_c.css“ type=„text/css“/>
    <link rel=stylesheet href=„./style.css“ type=„text/css“/>
</head>
<style>

</style>

<script >
    // функція для обробки перемикачів за ім'ям
    function getCheckedValue(radioObj) {
        if(!radioObj)
            return "";
        var radioLength = radioObj.length;
        if(radioLength == undefined)
            if(radioObj.checked)
                return radioObj.value;
            else
                return "";
        for(var i = 0; i < radioLength; i++) {
            if(radioObj[i].checked) {
                return radioObj[i].value;
```



```

    }
}
return "";
}

```

Формула розрахунку потужності системи (5) представлена у вигляді функції:

//функція прорахунку потужності за формулою

```

function calcul() {
    Qt=(100.0 * f.S.value * getCheckedValue(f.k1) *
getCheckedValue(f.k2) * getCheckedValue(f.k3) * getCheckedValue(f.k4) *
getCheckedValue(f.k5) * getCheckedValue(f.k6) * getCheckedValue(f.k7))/1000;
    alert("Qt ");
}

```

</script>

<body>

<div class="main">

<div class="menu" style="">

<ul>

<li><p>

<ul>

<li><p id=about

onclick="alert('„U,,O,,Q,,M,,T,,L,,@ „Q,,O,,H,,Q,,@,,V,,T,,N,,K,,T  
,,S,,E,,P,,L,,O,,B,,S,,Q,,@,,S „P,,Q,,I,,MI,,Z,,E,,N,,N,,},,,p „u,,p,,},y  
,,})">„P,,u ...</p></li>

<li><div></div></li>

</ul>

</li>

</ul>

<h6>„U,,O,,Q,,M,,T,,L,,@ „Q,,O,,H,,Q,,@,,V,,T,,N,,K,,T  
,,S,,E,,P,,L,,O,,B,,S,,Q,,@,,S „P,,Q,,I,,MI,,Z,,E,,N,,N,,`</h6>

</div>

Рис.3.1. – Вікно вводу даних

Для реалізації інтерактивних можливостей Web-сторінки було створено файл мови сценаріїв JavaScript виконавши команду File → New → JavaScript з ім'ям calc.html. [11, 13, 14]

Зберігання відображуваних питань, варіантів відповіді, а також індексів правильних відповідей у розрахунковій програмі реалізовано за допомогою масивів JavaScript ініціалізація, яких описана у файлі menu\_ html.

Нижче представлена частина конструкції, що описує дану ініціалізацію.

```
<div class="menu" style="">
  <ul>
    <li><p>,,D,,T,,I,,T,,},,,T,,s,,p..</p>
      <ul>
        <li><p id=about
onclick="alert(',,U,,O,,Q,,M,,T,,L,,@ ,,Q,,O,,H,,Q,,@,,V,,T,,N,,K,,T
,,S,,E,,P,,L,,O,,B,,S,,Q,,@,,S ,,P,,Q,,I,,MI,,Z,,E,,N,,N,,p,,},,,},p ,,,u,,p,,|i,,x,,,p,,{,,i
,,y,,,u,,},,,y ,,<,,u,,},,')">,,P,,u ...</p></li>
        <li><div></div></li>
      </ul>
    </li>
```

```

</ul>
<h6>,,U,,O,,Q,,M,,T,,L,,@,,Q,,O,,H,,Q,,@,,V,,T,,N,,K,,T
,,S,,E,,P,,L,,O,,B,,S,,Q,,@,,S,,P,,Q,,I,,M,,Z,,E,,N,,N,,`</h6>
</div>
<div class=calc>
<!,,O,,,,},,,p,,},,,y,,u,,},,,u,,~,y,,{,,u,,,,r,,p,,~,p
,,x,,p,,t,,p,,x,,~,p,,%,u,,~,p,,u,,{,,},,,y,,{,,p,,%oi,,r-->
<form name=f>
<h3>S - ,,},,,{,,r<input type=text name=S value=100 /><input
type=button value=,,Q,,p,,{ onclick="calcul();" /></h3>
<h3>,,{,,u,,,,~,u,,r,,,,p,,ri,,{,,~:</h3>
<input type=radio name=k1 value='1.27' checked/> -
,,x,,r,,y,,%,p,,z,,~,u,,{,,|i,,~,~,‘
<input type=radio name=k1 value='1' /> - ,,t,,ri,,z,,~,y,,z
,,{,,p,,{,,u,,,,
<input type=radio name=k1 value='0.85' /> - ,,i,,z,,~,y,,z
,,{,,p,,{,,u,,,,
<h3>,,{,,u,,~,u,,r,,,,p,,i,,~:</h3>
<input type=radio name=k2 value='1.27' checked/> - ,,s,,p,,~,p
,,,,u,,x,,‘<br/>
<input type=radio name=k2 value='1' /> - ,,i,,~,p,,r 2
,,u,,s,,|,,y,,~,y,,p,,q,,u,,r,,p,,%,,,,,r,,<,y,,~, 150 ,,},,,}<br/>
<input type=radio name=k2 value='0.854' /> - ,,p,,u,,i,,x,,,<br/>
<h3>,,{,,u,,~,u,,r,,ri,,t,,~,u,,~,~,‘,,<,ri,,{,,B,,~ i,,t,,s,,y:</h3>
<input type=radio name=k3 value='0.8' checked/> - 10%
<input type=radio name=k3 value='0.9' /> - 20%
<input type=radio name=k3 value='1' /> - 30%
<input type=radio name=k3 value='1.1' /> - 40%
<input type=radio name=k3 value='1.2' /> - 50%
<h3>,,{,,u,,~,,,x,,r,,~i,,,,~,u,,},,,u,,,,p,,,,,.....y
(,,s,,,,p,,t,,.....r,,x,,p,,W,,u,,}):</h3>

```

У ході обчислення при підтвердженні вибраних варіантів відповіді натисканням кнопки «Розрахунок» викликається обробник `getQuestion ()` виконання якого дозволяє відобразити відповідь при заданих параметрах. Нижче представлена частина коду, що відповідає за дану операцію.

```

<input type=radio name=k4 value='0.7' checked/> - 10
<input type=radio name=k4 value='0.9' /> - 15
<input type=radio name=k4 value='1.1' /> - 20
<input type=radio name=k4 value='1.3' /> - 25

```

<input type=radio name=k4 value='1.5'/> - -35

Для того щоб дати коректну оцінку користувачеві в обробнику `getQuestion ()` при натисканні кнопки «Допомога» оновлюються значення елементів `checkbox`. Нижче представлена конструкція, що здійснює дану дію.

```
for(var m = 0; m < answers[i]; ++m)
{ switch (answerTrue[k]) {
  case 1:
    document.getElementById('br1').value = 1; break;
  case 2:
    document.getElementById('br2').value = 1; break;
  case 3:
    document.getElementById('br3').value = 1; break;
  case 4:
    document.getElementById('br4').value = 1; break;
  default: { alert("Error"); this.close(); }
}
k++; }
```

Нижче представлена основна частина коду що враховує тип приміщення, яке знаходиться над тим, що розраховується( холодне горище; тепле горище; опалювальне приміщення).

</h3>

<input type=radio name=k6 value='1.0' checked/> -

„|,,t,,~,,u „S,,,Y,,<,,u

<input type=radio name=k6 value='0.9'/> - „,,,,u,,Ġ,,|,,u

„S,,,Y,,<,,u

<input type=radio name=k6 value='0.8'/> -

„p,,|,,r,,p,,|,,~,,u „,,,Y,,} i,,<,,u,,~,,~,,‘

<h3>„r,,y,,,,,p „,,,Y,,} i,,<,,u,,~,,~,,‘:</h3>

При натисканні на кнопку головного меню «Розрахунок», з'являється вікно з результатом обчислення допустимої потужності системи опалювання з урахуванням запасу потужності приміщення до якої входить п'ять параметрів висоти приміщення :

<h3>,,r,,y,,,,,p ,,,,y,,}i,,<,,u,,~,,~,,':</h3>

<input type=radio name=k7 value='1.0' checked/> - 2,5 ,,}

<input type=radio name=k7 value='1.05'/'> - 3,0 ,,}

<input type=radio name=k7 value='1.1'/'> - 3,5 ,,}

<input type=radio name=k7 value='1.15'/'> - 4,0 ,,}

<input type=radio name=k7 value='1.2'/'> - 4,5 ,,}

</form>

</div>

**Допомога..** **ФОРМУЛА РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВТРАТ ПРИМІЩЕННЯ**

S - площа приміщення, м кв

коефіцієнт тепловтрат вікон:

☐ - звичайне скління ☐ - подвійний склопакет ☒ - потрійний склопакет

коефіцієнт тепловтрат стін:

☒ - погана теплоізоляція  
☐ - стіна в 2 цеглини або утеплювач товщиною 150 мм  
☐ - хороша теплоізоляція

коефіцієнт співвідношення площ вікон і підлоги:

☐ - 10% ☐ - 20% ☒ - 30% ☐ - 40% ☐ - 50%

коефіцієнт зовнішньої температури (градусів за Цельсієм):

☐ - -10 ☐ - -15 ☐ - -20 ☒ - -25 ☐ - -35

число стін, які виходять назовні:

☐ - одна ☐ - дві ☒ - три ☐ - чотири

тип приміщення, яке знаходиться над тим, що розраховується:

☒ - холодне горище ☐ - тепле горище ☐ - опалювальне приміщення

висота приміщення:

☒ - 2,5 м ☐ - 3,0 м ☐ - 3,5 м ☐ - 4,0 м ☐ - 4,5 м

**Оповещение JavaScript**

Qt (кВт/час)=36.4871

це приблизна допустима потужність системи з урахуванням запасу потужності

Рис. 3.2 – Вікно виводу даних розрахунку

### **Висновки до 3 розділу**

У розділі досліджено ефективність опалювальної системи, що залежить від правильно заданих технічних параметрів будівлі та формули розрахунку тепловтрат приміщення. Розрахунки опалення здійснюються за допомогою спеціальних формул (5, 6, 7), в основу яких покладені технічні параметри будівлі (такі як матеріал і товщина стін, кількість вікон і дверей, поверхові перекриття, зовнішні та внутрішні стіни, фізичні параметри приміщень). З урахуванням результатів розрахунків та відповідних нормативних документів, що регулюють параметри мікроклімату виробничих приміщень, було розроблено програму на мові JavaScript, яка дозволяє обчислювати коефіцієнт потужності опалювальної системи, враховуючи всі параметри кожного окремого приміщення.

Регулювання температури в приміщенні повинно здійснюватися з урахуванням теплових потоків від обладнання, при цьому надається перевага обладнанню з невеликою електричною потужністю. Розташування обладнання повинно бути таким, щоб теплові потоки від нього не направлялися на людину. Також слід обмежувати кількість обчислювальної техніки в приміщенні та уникати використання підлогових опалювальних систем.

## ВИСНОВКИ

Забезпечення оптимального теплового режиму в робочому приміщенні для ефективної організації праці є однією з ключових задач контролю мікроклімату в галузі охорони праці. Правильні розрахунки потужності та інших параметрів системи опалення на етапі проектування допомагають уникнути подальших проблем з утриманням температурного мікроклімату та визначити ефективність використання конкретної системи для даного приміщення.

У цій роботі було проведено аналіз впливу параметрів мікроклімату на організм людини, а також визначено вимоги до параметрів мікроклімату приміщення для різних періодів року, враховуючи різні види виробничої діяльності. Розрахунки опалення здійснюються за допомогою спеціальних формул (5, 6, 7), які базуються на теплофізичних параметрах будівель та матеріалів. З урахуванням результатів досліджень формул та відповідних нормативних стандартів була розроблена програма на мові JavaScript, яка дозволяє обчислювати коефіцієнт потужності опалювальної системи, враховуючи всі параметри кожного окремого приміщення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова № 42. - [чинний від 1999 - 01-12]. – Міністерство охорони здоров'я України, 1999.
2. Опалення, вентиляція та кондиціонування ДБН В.2.5-67:2013. URL: <https://calcul-on.pro/assets/documents/ua/opalennya-ventylyatsiya-ta-kondytsionuvannya.pdf>
3. Будівельна кліматологія ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. URL: <https://calcul-on.pro/assets/documents/ua/budivelna-klimatolohiya.pdf>
4. Теплова ізоляція будівель ДБН В.2.6-31:2016. URL: <https://calcul-on.pro/assets/documents/ua/teplova-izolyatsiya-budivel.pdf>
5. Котельні ДБН В.2.5-77:2014. URL: <https://calcul-on.pro/assets/documents/ua/kotelni.pdf>
6. ТЕРПООV RTI. URL: <http://www.potok.com>.
7. HERZ OZC. URL: <http://www.herz-armaturen.com.ua>
8. Auditor OZC. URL: <http://www.sankomsoft.ru/audytor-ozc>.
9. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. Вид. 2-е, стереотипне. Львів: Афіша, 2000. 348 с.
10. Безопасность производственных процессов: Справочник Под общей ред. С. В. Белова. М.: Машиностроение, 1985. 448 с.
11. Гігієнічна класифікація охорони праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. МОЗ України. К., 1998. 34 с.
12. Гогіташвілі Г. Г. Охорона праці на підприємствах промисловості будівельних матеріалів: Навч. посібник. К.: ІСДО, 1993. 252с.
13. Розрахунок системи опалення. URL: [http://lvivsantehnik.com.ua/ua/vybir\\_opalennya.html](http://lvivsantehnik.com.ua/ua/vybir_opalennya.html)
14. Виконання теплових розрахунків для систем опалення URL: [http://ekohom.com.ua/zrobyty\\_teplorozrahunok.html](http://ekohom.com.ua/zrobyty_teplorozrahunok.html)



15. Миллер М. Использование Windows. М.; СПб.: Издат. дом "Вильямс", 2008. 336 с.
16. Дэвидсон Д. Использование WWW 2-е изд. К.: Диалектика. 1997. 432с.
17. Сучасний підручник з JavaScript. URL: <https://uk.javascript.info/>
18. JavaScript Підручник. Основи вебпрограмування. URL: <https://w3schoolsua.github.io/js/index.html#gsc.tab=0>
19. Грызлов В. С. Java Script. Изд. 3-е. М. ДМК Пресс, 2005. 416 с.
20. «Java Script», Настольная книга пользователя. М. 2000. 263с.
21. Негус К. Internet Explorer . Библия пользователя. К., М., СПб.: Диалектика, 1998. 160 с.
22. Наказ № 301 від 09.09.2006 "Про надання чинності ДБН В.2.6-31:2006 "Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель" [Електронний ресурс] : Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України - К.: "Укрархбудінформ", №9, вересень, 2006 р. URL: <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1041.28325.0>.
23. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17.12.2008 № 1567-р «Про програми підвищення енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів URL:<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1567-2008-p>.
24. Розпорядження від 15 березня 2006 р. № 145-р «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/145-2006-p>.

## ДОДАТКИ

### Додаток А. Лістинг програми

```

<html>

<head>
    <!-- ,,Pi,,t,,{,,|,,h,,%o,,u,,~,,~,,‘ ,,,,,,P,,q,,|,,y,,€,,h ,,,f,,,,,y,,|,,u,,Z -->
    <link rel=stylesheet href=“./menu_c.css” type=“text/css”/>
    <link rel=stylesheet href=“./style.css” type=“text/css”/>
</head>
<style>

</style>

<script >
    // функція для обробки радіоперемикачів за ім'я м
    function getCheckedValue(radioObj) {
        if(!radioObj)
            return “”;
        var radioLength = radioObj.length;
        if(radioLength == undefined)
            if(radioObj.checked)
                return radioObj.value;
            else
                return “”;
        for(var i = 0; i < radioLength; i++) {
            if(radioObj[i].checked) {
                return radioObj[i].value;
            }
        }
    }

```

```

        return "";
    }

    //функція прорахунку потужності за формулою
    function calcul(){
        Qt=(100.0 * f.S.value * getCheckedValue(f.k1) *
getCheckedValue(f.k2) * getCheckedValue(f.k3) * getCheckedValue(f.k4) *
getCheckedValue(f.k5) * getCheckedValue(f.k6) * getCheckedValue(f.k7))/1000;
        alert("Qt (,,{,,B,,,,/,,%o,,p,,f)= "+Qt+"\n\n ,,€,,u ,,f,,,,y,,q,,|,,y,,x,,~,,p
,,t,,B,,f,,...,,f,,...y,,},,p ,,f,,B,,...,,w,,~i,,f,,...H ,,f,,y,,f,,...u,,},,y ,,x
,,...,,p,,f,,...,,r,,p,,~,,~,, ' ,,} ,,x,,p,,f,,p,,f,,... ,,f,,B,,...,,w,,~,,B,,f,,i");
    }

</script>
<body>
<div class="main">
    <div class="menu" style="">
        <ul>
            <li><p>,,D,,B,,f,,B,,} ,,B,,s,,p..</p>
            <ul>
                <li><p id=about
onclick="alert(',,U,,O,,Q,,M,,T,,L,,@ ,,Q,,O,,H,,Q,,@,,V,,T,,N,,K,,T
,,S,,E,,P,,L,,O,,B,,S,,Q,,@,,S ,,P,,Q,,I,,M,,Z,,E,,N,,N,,` \n ,,f,,...B,,s,,...p,,},,}p
,,...u,,p,,|i,,x,,...e ,,B,,x,,...p,,f,,...~,,B,,{ ,,f,,B,,...,,w,,~,,B,,f,,...i
,,f,,y,,f,,...u,,},,y ,,f,,B ,,f,,f,,...B,,<,,u,,~i,,z ,,f,,B,,...} ,,...|i.')">P,,...B
,,€,,u ...</p></li>

                <li><div></div></li>
            </ul>
        </li>
    </ul>

```

```

<h6>„U,,O,,Q,,M,,T,,L,,@ „Q,,O,,H,,Q,,@,,V,,T,,N,,K,,T
„S,,E,,P,,L,,O,,B,,S,,Q,,@„S „P,,Q,,I,,M,,Z,,E,,N,,N,,`</h6>

</div>

<div class=calc>

<!-- „O,,í,,~,,B,,r,,~,,p „†,,B,,„„„„}„p „<„B „}i,,í,,„„„„y „„„„„B e,,|,,u,,}„u,,~„„„„y
„{„u,,„„„„„„„„„„r,,p,,~„~„„„„„„„„„„p „x,,p,,t,,p€ „x,,~„p,,%o,,u,,~„~„„„„„„„„„„p,,ti,,B-
„í,,u,,„„„„„{„}„y „{„p,,%oi,,r -->

<form name=f>

<h3>S - „í,,|,,B,,<„p „í,,„„„„y„}i,,<„u,,~„~„„„„„} „{„r <input
type=text name=S value=100 /><input type=button
value=„Q,,B,,x,,„„„„p,,†„„„„„„~„B,,{ onclick="calcul();" /></h3>

<h3>„{„B,,u,,†i,,€e,,~„„„„„„„„„„„u,,í,,|,,B,,r,,„„„„„„p,,„
„ri,,{„B,,~:</h3>

<input type=radio name=k1 value='1.27' checked/> -
„x,,r,,y „%o,,p,,z,,~„u „í,,{„|i,,~„~„„„„„
<input type=radio name=k1 value='1' /> -
„í,,B,,t,,ri,,z,,~„y,,z „í,,{„|,,B,,í,,p,,{„u,,„
<input type=radio name=k1 value='0.85' /> -
„í,,B,,„„„„„i,,z,,~„y,,z „í,,{„|,,B,,í,,p,,{„u,,„
<h3>„{„B,,u,,†i,,€e,,~„„„„„„„„„„„u,,í,,|,,B,,r,,„„„„„„p,,„
„í,,„„„„„i,,~:</h3>

<input type=radio name=k2 value='1.27' checked/> -
„í,,B,,s,,p,,~„p „„„„„„u,,í,,|,,Bi,,x,,B,,|,,„„€i,,„<br/>
<input type=radio name=k2 value='1' /> - „í,,„„„„„i,,~„p „r
2 „€,,u,,s,,|,,y „~„y „p,,q,,B „„„„„„„„„„„„u,,í,,|,,h,,r,,p,,%o „„„„„„B,,r,,<„y „~„B,,h 150
„}„} <br/>

<input type=radio name=k2 value='0.854' /> -
„†„B,,„„„„„B,,Jb,,p „„„„„„u,,í,,|,,Bi,,x,,B,,|,,„„€i,,„<br/>
<h3>„{„B,,u,,†i,,€e,,~„„„„„„
„í,,í,,r,,ri,,t,,~„B,,Jb,,u,,~„~„„„„„„í,,|,,B,,< „ri,,{„B,,~ i „í,,i,,t,,|,,B,,s,,y:</h3>

```

☒ -

10%

☐ - 20%☐ - 30%☐ - 40%☐ - 50%

<h3>,,{,,B,,u,,†i,,€ie,,~, ,,, ,,,x,,B,,r,,~i,,Jb,,~, ,H,,Bi  
 ,,, ,,,u,,}, ,Γ', ,u,, ,,,p,, ,,, ,,, ,,,y (,,s,, ,,,p,,t,, ,,, ,,,fi,,r ,,,x,,p ,,,W,,u,,|,,H,,rie,,}).</h3>

☒ - -10☐ - -15☐ - 20☐ - 25☐ - -35
$$\langle h^3 \rangle_{\sim, p, x, B, r, \sim i} = \frac{1}{\mathcal{N}} \sum_{\{i, r, y, t\}} \langle h^3 \rangle_{\sim, p, x, B, r, \sim i}$$
☒ - $\text{,,B,,t,,}\sim\text{,,p}$ ☐ - „t„ri☐ - .....y☐ -

„%00,,B,,,,,y,,,,,y

$$\langle h^3 \rangle_{y,\Gamma}, \Gamma, y, i, u, \sim, \{u$$
☒ -
$$_{,,\ddagger,,}\mathcal{B}_{,,}|_{,,}\mathcal{B}_{,,}t_{,,}\sim_{,,}u_{,,}s_{,,}\mathcal{B}_{,,},,y_{,,}\langle_{,,}u_{,,}$$
☐ - ..... $u_{\Gamma}|_u$ 

„s„b„„„y„<„u

☐ -

```

    „B„Γ„p„|„h„r„p„|„B„~„u„Γ„„„„„Y„}i„„u„~„~„
    <h3>„r„y„f„B„„„„„p„Γ„„„„„Y„}i„„u„~„~„: </h3>
    <input type=radio name=k7 value='1.0' checked/> - 2,5 „}
    <input type=radio name=k7 value='1.05' /> - 3,0 „}
    <input type=radio name=k7 value='1.1' /> - 3,5 „}
    <input type=radio name=k7 value='1.15' /> - 4,0 „}
    <input type=radio name=k7 value='1.2' /> - 4,5 „}
    </form>
  </div>
</div>

</body>

</html>
```

**Додаток В. Оптимальні та допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень**

Додаток В. Оптимальні та допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих	Категорія робіт	Температура, °С						Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		оптимальна	допустима				Оптимальна	допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більше ніж	оптимальна, не більше ніж	допустима на робочих місцях постійних і непостійних*	
			верхня межа		нижня межа						
			на робочих місцях								
			постійних	непостійних	постійних	непостійних					
Холодний           Теплий	Легка — Іа	22—	25	26	21	18	40—	75	0,1	Не більше	
	Легка — Іб	24	24	25	20	17	60	75	0,1	ніж 0,1	
	Середньої важкості — Па	21—	23	24	17	15	40—	75	0,2	Не більше	
	Середньої важкості — Пб	23	21	23	15	13	60	75	0,2	ніж 0,2	
	Середньої важкості — Пб	18—	19	20	13	12	40—	75	0,3	Не більше	
	Важка — III	20	28	30	22	20	60	55 (при 28 °С)	0,1	ніж 0,3	
	Легка — Іа	17—	28	30	21	19	40—	60 (при 27 °С)	0,2	Не більше	
	Легка — Іб	19	27	29	18	17	60	60 (при 27 °С)	0,3	ніж 0,4	
	Легка — Іб	16—	27	29	16	15	40—	65 (при 27 °С)	0,3	Не більше	
	Середньої важкості	18	26	28	15	13	60	65 (при 27 °С)	0,4	ніж 0,5	

Примітка: \* Більша швидкість руху повітря у теплий період року відповідає максимальній допустимій температурі повітря, менша — мінімальній. Для середніх величин температури повітря швидкість його руху дозволяється визначати інтерполяцією; при мінімальній температурі повітря швидкість його руху може братися також нижче 0,1 м/с — при легкій роботі й нижче 0,2 м/с — при роботі середньої важкості та важкій.