МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені О.О.БОГОМОЛЬЦЯ

«Затверджено»
на методичній нараді
кафедри гігієни та екології
Завідувач кафедри
член-кор. НАМН України, професор
_____В.Г. Бардов
«_____» _____ 2017 року

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДЛЯ СТУДЕНТІВ

Навчальна дисципліна	Гігієна та екологія
Модуль №1	**«Загальні питання гігієни та екології»**
Змістовий модуль 2	Гігієнічне значення навколишнього середовища та методи його дослідження. Гігієна населених місць та житла. Гігієна повітряного середовища.
Тема заняття	Методика визначення та гігієнічна оцінка температурно-вологістного режиму приміщень, вплив на теплообмін людини, біоетичні аспекти.
Курс	2
Факультет	Медичний № 1, № 2

Укладач: доцент, д.мед.н. О.П. Вавріневич

1. Актуальність теми:

Організм людини піддається впливу різних факторів навколишнього середовища, серед яких суттєве значення налужать таким фізичним властивостям повітря, як його температура та вологість.

Температурно-вологісний режим впливає на процеси теплообміну організму та теплопродукцію в ньому. Несприятливий температурно-вологісний режим в приміщеннях знижує резистентність організму і може сприяти виникненню неспецифічних захворювань, а в умовах виробництва і теплових уражень.

Вирішення питання оптимізації температурно-вологісного режиму в приміщеннях можливе за умови визначення і оцінки його показників температурного і вологісного режиму в приміщеннях, що і визначає актуальність теми заняття.

2. Конкретні цілі :

Обґрунтувати гігієнічне значення мікроклімату приміщень різного призначення (житлових, громадських, виробничих).

Оволодіти методикою вимірювання і гігієнічної оцінки його параметрів: температури повітря, радіаційної температури, відносної вологості, швидкості руху повітря.

Для реалізації перерахованих цілей необхідні початкові знання-уміння, отримані студентами на попередніх заняттях.

3. Базовий рівень підготовки.

Назви попередніх дисциплін	Отримані навики
Медична і біологічна фізика.	Пояснювати закони термодинаміки, постулати Клаузіуса та Кельвіна. Визначати відносну та абсолютну вологість повітря.
Медична хімія	Інтерпретувати типи хімічної рівноваги для формування цілісного фізико-хімічного підходу до вивчення процесів життєдіяльності організму при терморегуляції. Трактувати загальні фізико-хімічні закономірності, що є в основі процесів життєдіяльності людини.
Медична біологія.	Пояснювати основи біологічної дії теплового випромінювання, та гіпертермії на організм людини та на біологічні тканини. Пояснювати первинні процеси відповіді організму людини на дію перегрівного мікроклімату. Пояснювати основи біологічної дії переохолоджуючого мікроклімату на організм людини та на біологічні тканини. Пояснювати первинні процеси відповіді організму людини на дію переохолоджуючого мікроклімату.

4. Завдання для самостійної праці під час підготовки до заняття

4.1. Перелік основних термінів, параметрів, характеристик, які повинен засвоїти студент при підготовці до заняття:

Термін	Визначення
Мікроклімат	Сукупність фізичних чинник повітряного середовища, які впливають на процеси терморегуляції і формують тепловідчуття
Повітря	- Природна суміш газів, з яких складається атмосфера
Температура	- Фізична величина, яка описує здатність макроскопічної системи (тіла), що знаходиться в стані термодинамічної рівноваги, до передачі тепла іншим тілам.
Температура повітря	- Величина, що характеризує тепловий стан повітря.
Радіаційна температура	- Величина, що характеризує тепловий стан оточуючих поверхонь. - Температура чорного тіла, за якої його енергетична світність дорівнює енергетичній світності даного теплового випромінювача.
Відносна вологість	– відношення у відсотках абсолютної до максимальної вологості, або – відсоток насичення водяними парами повітря в момент спостереження. Ступінь випаровування води з поверхні тіла людини залежить від фізіологічної відносної вологості
Абсолютна вологість повітря	Кількість водяної пари в грамах в 1 м³ повітря за даної температури.
Максимальна вологість	- Пружність водяних парів при повному насиченні повітря вологою при даній температурі. - Кількість водяних пар у грамах, необхідне для повного насичення 1 $м^3$ повітря при даній температурі.
Точка роси	- Температура, за якої повітря досягає стану насичення, а наявна у ньому водяна пара починає конденсуватися за даного вмісту вологи та незмінного тиску. - Температура, за якої абсолютна вологість повітря досягає максимальної.
Дефіцит насичення	- Різниця між тиском насичення і фактичним тиском водяної пари за даної температури і тиску повітря. - Різниця між максимальною та абсолютною вологістю.
Фізіологічний дефіцит насичення.	Це різниця між максимальною вологістю повітря при температурі тіла (36,5°С) та абсолютною вологістю при температурі повітря.

4.2. Теоретичні питання до заняття:

1. Поняття про “мікроклімат” та фактори, що його формують.
2. Класифікація мікроклімату

3. Фізіологічні механізми теплообміну і терморегуляції як фактори термостатусу теплокровних організмів: теплопродукція та тепловіддача. Шляхи тепловіддачі: через дихання, через шкіру, з виділеннями.
4. Хімічні механізми теплопродукції (цикл Кребса та інші) і фізичні механізми тепловіддачі: радіація, проведення (конвекція і кондукція), випаровування. Кількість тепла (у відсотках), що виділяється з організму кожним з цих механізмів у комфортних умовах.
5. Закони, що пояснюють фізичні механізми тепловіддачі (закон Стефана-Больцмана, основний закон термодинаміки, схована теплота паротворення).
6. Фізіологічні зміни в механізмах терморегуляції при нагрівному та охолоджуючому мікрокліматі.
7. Показники, які використовують для оцінки температурного режиму в приміщенні.
8. Показники вологості повітря: абсолютна, максимальна, відносна вологість, фізіологічна вологість, дефіцит насичення, фізіологічний дефіцит насичення , точка роси, їх гігієнічне значення.
9. Прилади для вимірювання температури повітря, радіаційної температури; показників вологості повітря та правила роботи з ними.

4.3. Практичні роботи (завдання) які виконуються на занятті:

Визначити та дати гігієнічну оцінку температурно-вологісному режиму приміщення

1. Вивчити температурний режим повітря в приміщенні: Визначити середню температуру повітря, перепад температури по вертикалі, перепад температури по горизонталі.

2. Виміряти відносну вологість повітря в центрі приміщення на висоті 1,5 м від підлоги: а) за допомогою станційного психрометра Августа; в) за допомогою аспіраційного психрометра Ассмана.

3. Скласти підсумкову таблицю результатів по схемі:

№	Показник	Параметри темературно-вологісного режиму					
		Середня температура повітря ($t_{сер.}$)	**Перепад температури по вертикалі ($\Delta t_{верт.}$)**	**Перепад температури по горизонталі ($\Delta t_{гор}$)**	**Різниця між $t_{сер}$ і радіаційною температурою**	**Відносна вологість повітря**	**Швидкість руху повітря**
1.	Рекомендований	+18 - +20ºС	2ºС	3ºС	3ºС	40-60%	0,2м/с
2.	Фактичний						

Матеріали для самоконтролю:

Завдання (задачі) для самоконтролю

1. Середня температура повітря в лікарняній палаті 18,5 °С, на висоті 1,5 м – 22 °С, на висоті 0,2 м – 16 °С, біля внутрішньої стіни - 21 °С, біля зовнішньої -

15 °С. Добові коливання температури, за показниками термографа, знаходяться в інтервалі 23 °С – 18 °С. Дайте гігієнічну оцінку температурному режиму палати.

2. В яких межах відносна вологість повітря в житлових приміщеннях вважається нормальною? Варіанти відповідей:

1. 20-40%;
2. 20-50%;
3. 30-60%;
4. 35-70%;
5. 40-80%;

3 Показання сухого термометра психрометра Ассмана 22 °С, вологого - 14 °С. Атмосферний тиск - 745 мм рт. ст. Розрахуйте абсолютну, максимальну, відносну вологість повітря, дефіцит насичення, фізіологічний дефіцит насичення, знайдіть точку роси.

Зміст теми:

Приміщення різного призначення (житлові, громадські, виробничі) характеризуються створеним штучним шляхом мікрокліматом. Мікроклімат має великий вплив на організм людини, визначає його самопочуття, настрій, відображається на здоров'ї.

Мікроклімат - це сукупність фізичних факторів повітряного середовища, які впливають на процеси терморегуляції і формують тепловідчуття.

Основні чинники, які формують мікроклімат: температура повітря, відносна вологість, швидкість руху повітря та радіаційна температура. Кожний із компонентів мікроклімату не повинен виходити за рамки допустимих меж, мати різких коливань, які порушують нормальне тепловідчуття і несприятливо впливають на здоров'я людини.

Температуру повітря, відносну вологість, швидкість руху повітря та радіаційну температуру об'єднує те, що всі вони впливають на теплообмін та терморегуляцію.

Однією з найбільш важливих умов фізіологічного гомеостазу людини є підтримання ***ізотермії*** – відносної рівноваги між продукцією тепла та віддачею тепла в навколишнє середовище. Такий стан називають тепловим гомеостазом. Його можна описати за допомогою формули:

$$Q_1 = Q_2, \text{ де}$$

Q_1 - кількість тепла, яке утворюється в організмі людини,

Q_2, - кількість тепла, яке віддає людина в навколишнє середовище.

В організмі весь час відбуваються складні хімічні реакції, більшість яких супроводжується виділенням тепла. До них відносяться реакції гідролітичного розпаду, процеси окислення тощо. Цей процес утворення в організмі тепла отримав назву ***хімічної терморегуляції***. Кількість тепла, що утворюється в організмі, залежить від особливостей організму (вік, стать, особливості харчування тощо) та характеру роботи.

Теплоутворення в організмі людини відбувається постійно, але з різною інтенсивністю. Тепло утворюється в усіх органах і тканинах, але в різних співвідношеннях. Це співвідношення змінюється залежно від функціонального стану організму. Так, у стані спокою 20 % тепла утворюється в печінці, 56 % - в інших органах і 20 % - у скелетних м'язах. При фізичному навантаженні на м'язи припадає 90 %

утвореного тепла. До того ж все теплоутворення зростає в 4 - 5 разів. Теплоутворення ділиться на ***скоротливе*** (м'язовий тонус, м'язове тремтіння і довільні м'язові рухи) і ***нескоротливе***.

В звичайних умовах підвищення температури тіла не спостерігається, оскільки організм має досить надійну систему віддачі тепла в навколишнє середовище (***фізична терморегуляція***).

Фізична терморегуляція філогенетично виникла більш пізніше. Віддача тепла здійснюється двома шляхами: основна його кількість видаляється з організму через шкіру (біля 80-85 %), решта (15-20%) – позашкірним шляхом (на нагрівання води, харчових продуктів, що вживає людина, на нагрівання повітря, що надходить до дихальних шляхів, акт дефекації, сечовиділення).

Існує 3 основних механізми віддачі тепла через шкіру:

а) випромінювання;

б) проведення (конвекція та кондукція);

в) втрати тепла на випаровування вологи (поту) з поверхні шкіри та слизових оболонок (дихальних шляхів, органів зору). Цей механізм скорочено прийнято називати випаровуванням.

Температура повітря впливає на процеси теплоутворення і тепловіддачі в організмі. В значній мірі теплопродукція залежить від температури повітря, залишаючись майже незмінною в межах 15-25 °С.

Вологість повітря – це вміст водяної пари в повітрі. Цей показник є одним з найбільш суттєвих характеристик мікроклімату приміщень та разом з температурою приймає участь в формуванні теплового комфорту людини.

Джерелом водяної пари повітря в приміщеннях є людина: вона надходить в приміщення з повітрям, яке видихається людиною та при випаровуванні вологи з поверхні шкіри. Водяна пара є одним з найбільш нестійких компонентів повітря. Кількість її коливається в широких межах.

Вологість повітря характеризується кількома показниками, зокрема такими як-то: абсолютна вологість, відносна вологість, фізіологічна відносна вологість, максимальна вологість, дефіцит насичення повітря, фізіологічний дефіцит насичення, точка роси.

Абсолютна вологість – це кількість водяної пари (г) на одиницю об’єму (1 $м^3$) повітря.

Відносна вологість – відношення у відсотках абсолютної до максимальної вологості, або – відсоток насичення водяними парами повітря в момент спостереження.

Ступінь випаровування води з поверхні тіла людини залежить від фізіологічної відносної вологості.

Фізіологічна відносна вологість – це відсоткове співвідношення абсолютної вологості при даній температурі повітря до максимальної вологості при температурі 37 ^{0}С.

Максимальна вологість – кількість водяної пари, яка міститься у повітрі в стані насичення.

- це максимально можливе насичення повітря водяним паром при даній температурі. З підвищенням температури підвищується і максимальна вологість.

Дефіцит насичення повітря – різниця між максимальною і абсолютною вологістю при даній температурі повітря.

Фізіологічний дефіцит насичення – арифметична різниця між максимальною вологістю повітря при температурі 37 ^{0}С і абсолютною вологістю повітря в момент визначення.

Точка роси – температура, при якій абсолютна вологість стає максимальною.

- це температура, при якій водяні пари, які знаходяться в повітрі починають насичувати простір. При такій температурі вода переходить в крапельно-рідкий стан, тобто випадає роса.

У гігієнічному відношенні найбільш важливим показником є відносна вологість та дефіцит насичення, які дають уявлення про ступінь насичення повітря вологою та по можливості тепловіддачі шляхом випаровування.

Класифікація мікроклімату:

I. В залежності від теплового самопочуття людини:
1. Комфортний
2. Дискомфортний:
   1) Нагрівний
   2) Охолоджуючий

II. За місцем формування М.:
1. м. населеного пункту (м. мікрорайону, м. курорту)
2. м. приміщення (м. лікарняної палати, м. операційної)
3. м. підодягового простору

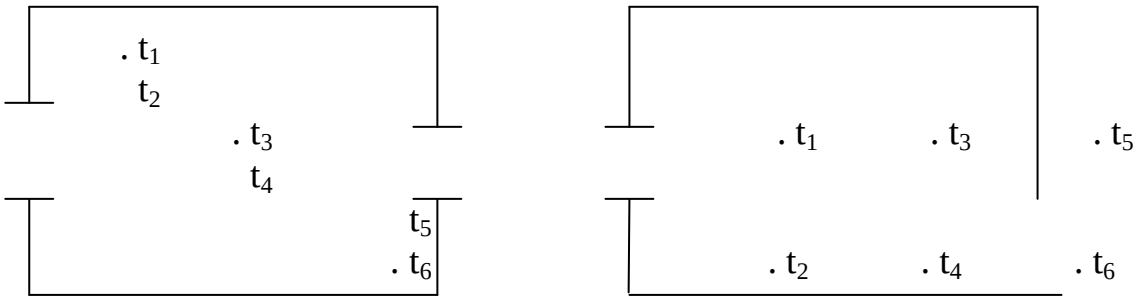
Вплив мікроклімату на організм людини

ПЕРЕГРІВНИЙ МІКРОКЛІМАТ		**ОХОЛОДЖУЮЧИЙ МІКРОКЛІМАТ**	
ГОСТРА ДІЯ (ГОСТРА ГІПЕРТЕРМІЯ)	**ХРОНІЧНА ДІЯ (ХРОНІЧНА ГІПЕРТЕРМІЯ)**	**ГОСТРА ДІЯ (ГОСТРА ГІПОТЕРМІЯ)**	**ХРОНІЧНА ДІЯ (ХРОНІЧНА ГІПОТЕРМІЯ)**
А. Гостра гіпертермія **Б.** Тепловий удар **В.** Судомна хвороба	Хр. гіпертермія проявляється ураженням різних систем: **А.** *Травний канал.* **Б.** *Серцево-судинна система.* **В.** *Нирки.* **Г.** Зниження стійкості організму до негативного впливу інших факторів.	**МІСЦЕВЕ ОХОЛОДЖЕННЯ** **А.** Обмороження . **Б.** Місцеві запальні процеси в охолодженій частині тіла **В.** „Застудні” захворювання. **ЗАГАЛЬНЕ ОХОЛОДЖЕННЯ** **А.** Генералізована гіпотермія. **Б.** Помірна гіпотермія	Зниження працездатності та опірності організму до несприятливих факторів.

Вивчення температурного режиму повітря приміщення

Для повної характеристики температурного режиму приміщень заміри температури проводяться в 6 та більше точках.

Термометри (ртутні, спиртові, електричні, чи сухі термометри психрометрів) розміщують на штативах по діагональному перерізу лабораторії в 3 точках на висоті 0,2 м від підлоги і в 3 точках на висоті 1,5 м від підлоги (відповідно, точки t_2, t_4, t_6 та t_1, t_3, t_5) та на відстані 20 см від стіни за схемою:



а) план приміщення; б) вертикальний розріз приміщення.

Показання термометрів знімають після експозиції 10 хв. в точці вимірювання.

Розрахунок параметрів температурного режиму повітря приміщень:

а) середня температура приміщення:

$$а)\ t_{сер.} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6}{6},$$

б) перепад температури повітря по вертикалі:

$$\Delta t_{верт.} = \frac{t_1 + t_3 + t_5}{3} - \frac{t_2 + t_4 + t_6}{3},$$

в) перепад температури повітря по горизонталі:

$$\Delta t_{гор.} = \frac{t_5 + t_6}{2} - \frac{t_1 + t_2}{2}$$

Схеми і всі розрахунки заносять в протокол, складають гігієнічний висновок. При цьому керуються тим, що оптимальна температура повітря в житлових і учбових приміщеннях, палатах для госпіталізації соматичних хворих повинна бути в інтервалі +18 – +21^{o}С, перепад температури по вертикалі повинен бути не більше 1,5-2,0^{o}С, а по горизонталі – не більш 2,0-3,0^{o}С. Добові коливання температури визначають за термограмою, яку готує лабораторія за допомогою термографа, і нормуються в межах 6^{o}С.

Критеріями гігієнічної оцінки житлових і громадських приміщень є допустимі та оптимальні норми температури, представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Норми температури для житлових, громадських і адміністративно-побутових приміщень

Період року	Температура	
	Оптимальна	Допустима
Теплий	20-22^{o}С 23-25^{o}С	Не більше, ніж на 3^{o}С вище розрахункової температури зовнішнього повітря*
Холодний і перехідний	20-22^{o}С	18 – 22^{o}С**

Примітка:

* Для громадських і адміністративно-побутових приміщень з постійним перебуванням людей допустима температура не більше 28°С, а для районів з розрахунковою температурою зовнішнього повітря 25°С і вище – не більше 33°С.

** Для громадських і адміністративно-побутових приміщень з перебуванням людей в вуличному одязі допустима температура 14°С.

Норми встановлено для людей, які знаходяться в приміщенні більше 2 годин і безперервно.

Норми температури повітря робочої зони виробничих приміщень регламентуються Держстандартом 12.1.005-88 "Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони" у залежності від пори року (холодна, тепла) та категорії робіт (легка, середньої важкості, важка).

Так, оптимальні норми температури в холодний період встановлені в межах 21-24°С при виконанні легкої роботи та 16-19°С при виконанні важкої роботи. В теплий період, ці інтервали відповідно 22-25°С і 18-22°С. Допустима максимальна температура в теплий період не більше 30°С, мінімальна в холодний період – 13°С.

Визначення радіаційної температури і температури стін

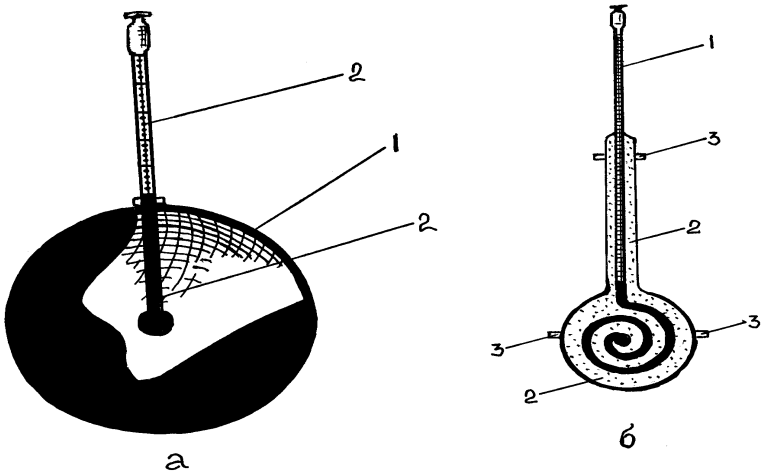
Для визначення радіаційної температури в приміщеннях використовують кульові термометри, а температури стін – пристінні термометри (мал. 1. а, б)

Кульовий термометр складається з термометра, розміщеного в порожнистій кулі з діаметром 10-15 см, покритій шаром пористого пінополіуретану, матеріалу, який має схожі з шкірою людини коефіцієнти адсорбції інфрачервоної радіації.

Визначення радіаційної температури також проводиться на рівнях 0,2 і 1,5 м від підлоги:

Прилад має значну інерцію (до 15 хв.), тому показання термометра знімають не раніше цього строку.

При комфортних умовах мікроклімату різниця в показаннях кульового термометра на рівнях 0,2; 1,5 м не перевищує 3°С.



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

Для різних приміщень рекомендуються приведені нижче величини радіаційної температури (табл.2).

Таблиця 2

Нормативні величини радіаційних температур для різних приміщень

Вид приміщення	Радіаційна температура, ^{o}C
Житлові приміщення	20
Учбові лабораторії, класи	18
Аудиторії, зали	16-17
Фізкультурні зали	12
Ванні кімнати, басейни	21-22
Лікарняні палати	20-22
Лікарські кабінети	22-24
Операційні	25-30

Для визначення температури стін приміщення використовують спеціальні пристінні термометри з плоским, спірально вигнутим резервуаром, який прикріплюють до стіни спеціальною замазкою (віск з добавкою каніфолі) або алебастром. Температуру стін також визначають на рівнях 0,2 і 1,5 м від підлоги. В деяких випадках виникає необхідність визначення температури найбільш охолоджених ділянок стін.

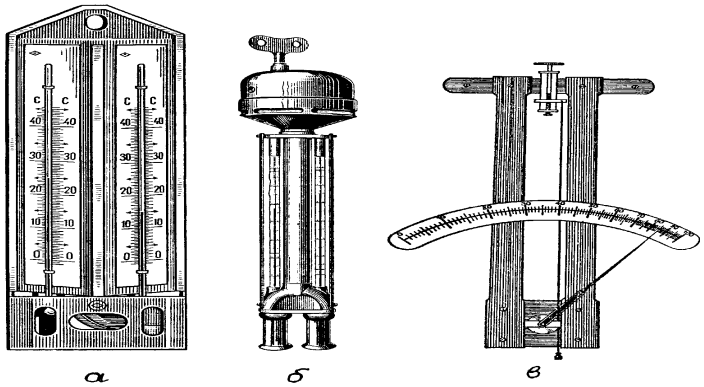
Високі рівні інфрачервоного випромінювання в гарячих цехах підприємств вимірюють за допомогою актинометрів і виражають в мкал/см^2.хв.

Додаток 3

Визначення вологості повітря за допомогою психрометрів

Визначення абсолютної та відносної вологості повітря станційним психрометром Августа (мал. 2-а).

Резервуар психрометра заповнюють водою. Тканину, якою обернено резервуар одного з термометрів приладу опускають у воду з тим, щоб сам резервуар був на відстані ~ 3 см над поверхнею води, після чого психрометр підвішують на штативі в точці визначення. Через 8-10 хвилин знімають показники сухого і вологого термометрів.



Мал. 2. Прилади для визначення вологості повітря
(а - психрометр Августа; б – психрометр Ассмана; в – гігрометр)

Абсолютну вологість вираховують за формулою Реньо:

$$A = f – a \cdot (t - t_1)\ B,$$

де А – абсолютна вологість повітря при даній температурі в мм рт.ст.;

f – максимальний тиск водяної пари при температурі вологого термометра (знаходять у таблиці насичених водяних парів, табл. 3);

а – психрометричний коефіцієнт, який дорівнює 0,0011 для закритих приміщень;

t – температура сухого термометра;

t_1 – температура вологого термометра;

В – барометричний тиск у момент визначення вологості (знаходять за показаннями барометра), мм рт.ст.

Відносну вологість розраховують за формулою:

$$P = \frac{A \cdot 100\%}{F},$$

де Р – відшукувана відносна вологість, %;

А – абсолютна вологість, мм рт.ст.;

F – максимальний тиск водяної пари при температурі сухого термометра, в мм рт.ст. (знаходять у таблиці насичених водяних парів, табл.3).

Таблиця 3

Максимальний тиск водяної пари повітря приміщень

Температура повітря, °С	Тиск водяної пари, мм рт. ст.	Температура повітря, °С	Тиск водяної пари, мм рт. ст.
-20	0,94	17	14,590
-15	1,44	18	15,477
-10	2,15	19	16,477
-5	3,16	20	17,735
-3	3,67	21	18,630
-1	4,256	22	19,827
0	4,579	23	21,068
1	4,926	24	22,377
2	5,294	25	23,756
4	6,101	26	25,209
6	7,103	27	26,739
8	8,045	30	31,843
10	9,209	32	35,663
11	9,844	35	42,175
12	10,518	37	47,067
13	11,231	40	53,324
14	11,987	45	71,83
15	12,788	55	118,04
16	13,634	100	760,0

Відносну вологість визначають і за психрометричними таблицями для психрометрів Августа (при швидкості руху повітря 0,2 м/с). Її значення знаходять в точці перетину показників сухого і вологого термометрів, табл. 4

Принцип роботи психрометра оснований на тому, що інтенсивність випаровування вологи з поверхні зволоженого резервуару психрометра пропорційна су-

хості повітря: чим воно сухіше, тим нижчі показники зволоженого термометра порівняно з сухим у зв'язку з тим, що тепло зволоженого психрометра втрачається на сховане тепло паротворення.

Визначення вологості повітря за допомогою аспіраційного психрометра Ассмана

Істотним недоліком психрометра Августа є його залежність від швидкості руху повітря, яка впливає на інтенсивність випаровування, а значить і на охолодження вологого термометра приладу.

У психрометра Ассмана (мал. 6.2-б) цей недолік ліквідовано за рахунок вентилятора, який створює біля резервуарів термометрів постійну швидкість руху повітря 4 м/сек, а тому його показники не залежать від цієї швидкості в приміщенні чи за її межами. Крім цього, резервуари термометрів цього психрометра захищені від радіаційного тепла за рахунок віддзеркалюючих циліндрів навколо резервуарів психрометра.

За допомогою піпетки змочують батист вологого термометра аспіраційного психрометра Ассмана, заводять пружину аспіраційного пристрою або вмикають в розетку електропровід психрометра з електровентилятором, після чого психрометр підвішують на штатив в точці визначення. Через 8-10 хвилин знімають показники сухого та вологого термометрів.

Абсолютну вологість повітря розраховують за формулою Шпрунга:

$$A = t - 0{,}5 \cdot (t - t_1) \frac{B}{755},$$

де А – абсолютна вологість повітря, мм рт.ст ;

t – максимальний тиск водяної пари при температурі вологого термометра (знаходять в таблиці насичених водяних парів, табл. 3);

0,5 – постійний психрометричний коефіцієнт;

t – температура сухого термометра;

t_1 – температура вологого термометра;

В – барометричний тиск в момент визначення, мм рт.ст.

Відносну вологість визначають за формулою:

$$P = A \cdot \frac{100}{F},$$

де: Р – відшукувана відносна вологість, %;

А – абсолютна вологість, мм рт.ст.;

F – максимальна вологість при температурі сухого термометра, мм рт.ст. (табл. 3).

Відносну вологість визначають і за психрометричними таблицями для аспіраційних психрометрів. Значення відносної вологості знаходять в точці перетину показників сухого і вологого термометрів, табл. 5.

Для визначення відносної вологості повітря використовують також волосяні, або мембранні гігрометри, які показують безпосередньо цю вологість. Принцип роботи гігрометрів оснований на подовженні знежиреної волосини чи послабленні мембрани при їх зволоженні та навпаки – при висиханні (мал. 6.2-в).

Таблиця 4

Визначення відносної вологості за даними психрометра Августа

Показники сухого термометра,° С	Показники вологого термометра, ° С																		
12	5,3	5,7	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,7	9,1	9,5	9,9	10,3	10,7	11,0	11,3	11,7	12,0
13	5,9	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,4	10,8	11,1	11,5	11,8	12,2	12,6	13,0
14	6,6	7,1	7,5	8,0	8,4	8,6	9,2	9,7	10,1	10,5	10,9	11,3	11,7	12,1	12,5	12,8	13,2	13,6	14,0
15	7,3	7,8	8,2	8,7	9,2	9,6	10,0	10,5	10,9	11,4	11,8	12,2	12,6	13,0	13,4	13,8	14,2	14,6	15,0
16	8,0	8,5	9,0	9,4	9,9	10,3	10,8	11,3	11,8	12,2	12,6	13,1	13,5	14,0	14,4	14,8	15,6	15,6	16,0
17	8,0	9,1	9,7	10,2	10,7	11,2	11,6	12,1	12,6	13,0	13,5	13,9	14,4	14,9	15,3	15,8	16,2	16,6	17,0
18	9,3	9,9	10,4	10,9	11,4	11,9	12,4	12,9	13,4	13,9	14,4	14,8	15,3	15,7	16,2	16,6	17,1	17,5	18,0
19	10,0	10,6	11,1	11,7	12,2	12,7	13,2	13,8	14,8	14,8	15,3	15,7	16,2	16,7	17,2	17,6	18,1	18,5	19,0
20	10,6	11,2	11,8	12,4	12,9	13,4	14,0	14,5	15,1	15,6	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,5	19,0	19,5	20,0
21	11,2	11,9	12,6	13,1	13,6	14,2	14,8	15,3	15,9	16,6	17,1	17,5	18,0	18,6	19,1	19,5	20,0	20,5	21,0
22	11,8	12,5	13,2	13,8	14,4	15,0	15,6	16,1	16,7	17,3	17,9	18,4	18,9	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0
23	12,5	13,1	13,8	14,4	15,1	15,7	16,4	17,0	17,6	18,2	18,8	19,3	19,8	20,4	20,9	21,5	22,0	22,5	23,0
24	13,1	13,8	14,5	15,2	15,9	16,5	17,1	17,8	18,4	19,0	19,6	20,1	20,7	21,3	21,9	22,4	23,0	23,0	24,0
25	13,7	14,5	15,2	15,9	16,6	17,2	17,9	18,5	19,2	19,8	20,5	21,2	21,7	22,2	22,8	23,3	23,9	24,4	25,0
Відносна воло-гість,%	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100

Таблиця 5

Визначення відносної вологості за даними психрометра Ассмана, %

Показники сухого термометра,° С	Показники вологого термометра, ° С																								
	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0
8,0	29	40	51	63	75	87	100																			
9,0	21	31	42	53	64	76	88	100																		
10,0	14	24	34	44	54	65	76	88	100																	
11,0		17	26	36	46	56	66	77	88	100																
12,0			20	29	38	48	57	58	78	88	100															
13,0			14	23	31	40	49	59	69	79	89	100														
14,0				17	25	33	42	51	60	70	79	90	100													
15,0					20	27	36	44	52	61	71	80	90	100												
16,0					15	22	30	37	46	54	63	71	81	90	100											
17,0						17	24	32	39	47	55	64	72	81	90	100										
18,0						13	20	27	34	41	49	56	65	73	82	91	100									

19,0							15	22	29	36	43	50	58	66	74	82	91	100								
20,0								18	24	30	37	44	52	59	66	74	83	91	100							
21,0								14	20	26	32	39	46	53	60	67	75	83	91	100						
22,0									16	22	28	34	40	47	54	61	68	76	84	92	100					
23,0									13	18	24	30	36	42	48	55	62	69	76	84	92	100				
24,0										15	20	26	31	37	43	49	56	63	70	77	84	92	100			
25,0											17	22	27	33	38	44	50	57	63	70	77	84	92	100		
26,0											14	19	24	29	34	40	46	52	58	64	71	77	85	92	100	
27,0												16	21	25	30	36	41	47	52	58	65	71	78	85	92	100

Таблиця 4

Норми відносної вологості в зоні житлових, громадських і адміністративно-побутових приміщень (Витяг з БНіП 2.04.05-86)

Період року	Відносна вологість, %	
	Оптимальна	Допустима
Теплий	30-60	65*
Холодний і перехідний	30-45	65

Примітка: * В районах з розрахунковою відносною вологістю зовнішнього повітря більше 75% допустима вологість – 75%.

Норми встановлено для людей, які знаходяться в приміщенні більше 2 годин безперервно.

Таблиця 5

Оптимальні норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в житлових, громадських та адміністративно-побутових приміщеннях (Витяг із СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»)

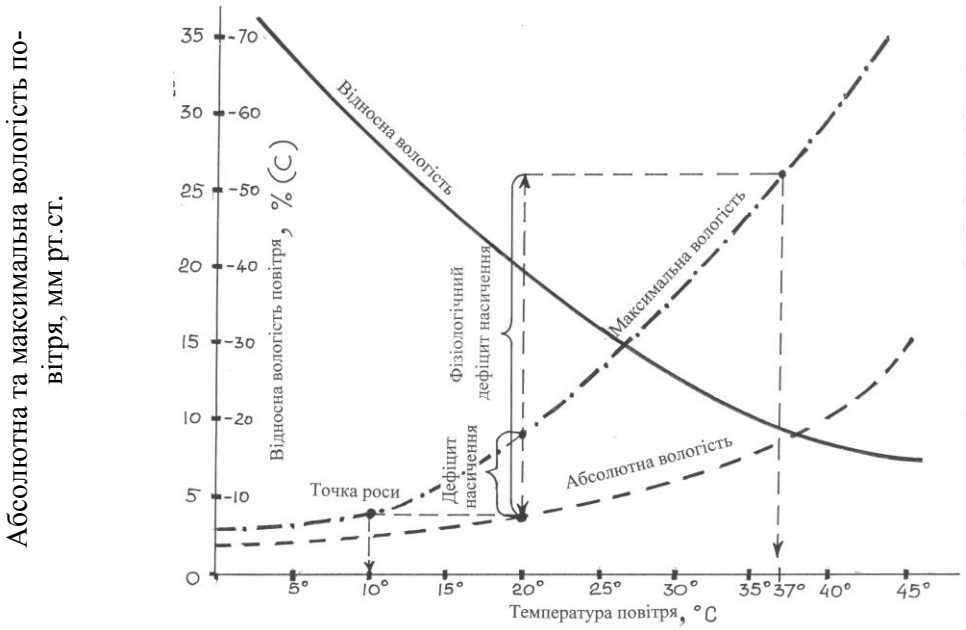
Період року	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Теплий період року	20-22 23-25	60-30 60-30	До 0,2 До 0,3
Холодний і перехідний періоди року	20-22	45-30	До 0,2

Дефіцит насичення (різниця між максимальною та абсолютною вологістю повітря) визначають по таблиці насичених водяних парів: від значення максимальної вологості повітря при показаннях сухого термометра психрометра віднімають абсолютну вологість повітря, розраховану за формулами Реньо чи Шпрунга.

Фізіологічний дефіцит насичення (різницю між максимальною вологістю повітря при температурі тіла – 36,5^{o}С і абсолютною вологістю повітря) визначають по тій же таблиці насичених водяних парів (табл. 3).

Точку роси (температуру, при якій абсолютна вологість повітря стає максимальною) знаходять по тій же таблиці насичених водяних парів (табл. 3) у зворотному напрямку: за значеннями абсолютної вологості знаходять температуру, при якій ця вологість буде максимальною.

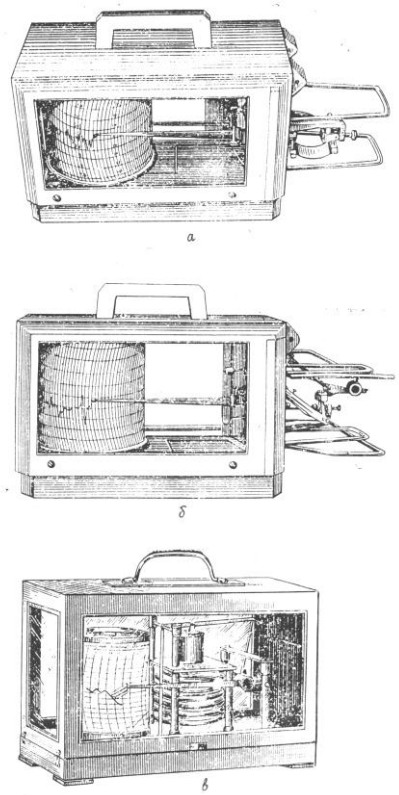
Взаємозалежність різних показників вологості повітря див. на схемі мал. 3).



Мал. 3. Взаємозалежність різних показників вологості повітря

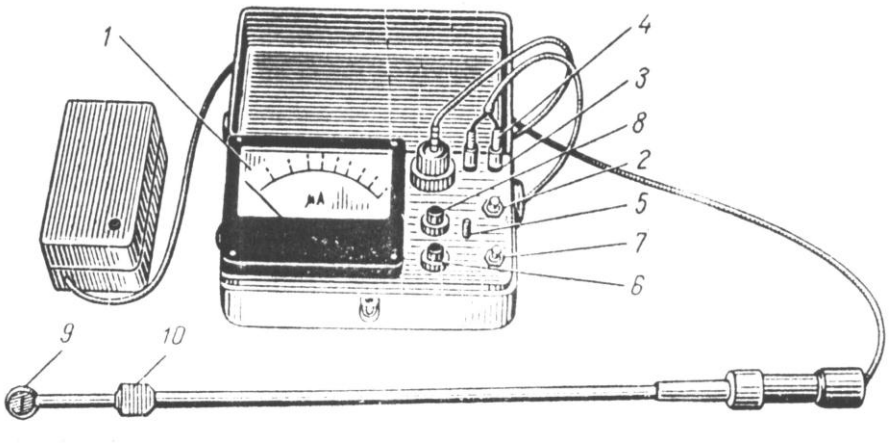
Зі схеми видно, що максимальна вологість з підняттям температури повітря зростає в геометричній прогресії, а абсолютна – в арифметичній. А тому відносна вологість з підняттям температури знижується. Таким чином, в холодні пори року кількість вологи у повітрі (абсолютна вологість) істотно нижча, ніж влітку, але вона близька до насиченості (максимальної вологості), і тому відносна вологість в холодні пори року, як правило, висока, а влітку – низька.

Добові коливання температури, вологості повітря та атмосферного тиску визначають за допомогою, відповідно, термографа, гігрографа, барографа (мал. 4).



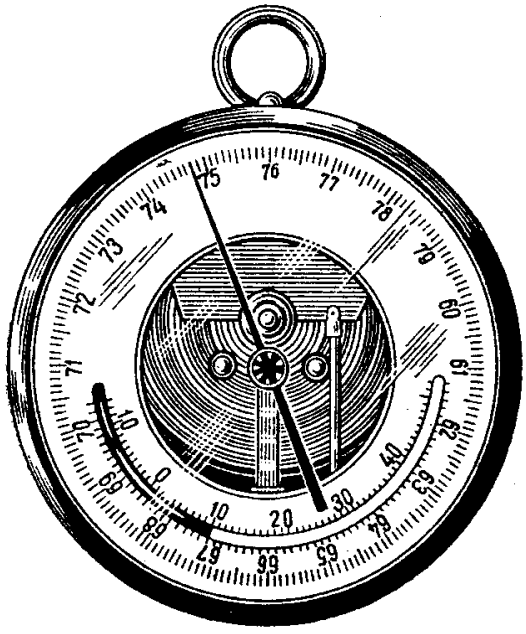
Мал. 4. Самозаписуючі метеорологічні прилади.
(а – термограф; б – гігрограф; в - барограф.)

Прилад комбінованої дії – електротермоанемометр зображено на малюнку 5.



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

Атмосферний тиск визначається за допомогою барометра-анероїда, шкала якого градуйована в мм рт.ст. (мал. 6), або в кілопаскалях.



Мал. 6. Барометр-анероїд

7. Література

7.1. Основна:

7.1.1. Основи екології : підручник для студ. Вищих навч. Закладів / [В.Г. Бардов, В.І. Федоренко, Е.М. Білецька та ін..]; за ред.. В.Г. Бардова, В.І. Федоренко. – Вінниця : Нова книга, 2013. – 424 с.

7.1.2. Гігієна та екологія . Підручник / за ред.. В.Г. Бардова. – Вінниця: Нова книга, 2006. – 720 с.

Загальна гігієна. Пропедевтика гігієни. /Є.Г.Гончарук, Ю.І.Кундієв, В.Г.Бардов та ін./ За ред. Є.Г.Гончарука.- К.: Вища школа, 1995.-С. 118-137.

7.1.3. Общая гигиена. Пропедевитика гигиены. Гончарук Е.И., Кундиев Ю.И., Бардов В.Г. и др. – К.: Вища школа, 2000. – С. 217-237.

7.1.4. Загальна гігієна. Посібник для практичних занять. /І.І.Даценко, О.Б.Денисюк, С.Л.Долошицький /За ред. І.І.Даценко. – 2-ге вид. – Львів: „Світ”, 2001. – С. 78-84.

7.1.5. Габович Р.Д., Познанский С.С., Шахбазян Г.Х. Гигиена. – К.: Вища школа, 1983. – С. 36-40, 121-123, 203-207, 270-, 284-285.

7.1.6. Минх А.А. Методы гигиенических исследований. – М.: Медицина, 1971. – С. 11-18.

7.1.7. Даценко І.І., Габович Р.Д. Профілактична медицина: загальна гігієна з основами екології. – 2-ге видання. – Київ: „Здоров’я”, 2004, - С. 106-111.

7.1.8. Лекція.

7.2. Додаткова:

7.2.1. Даценко І.І. Габович Р.Д. Основи загальної і тропічної гігієни. – К.: Здоров’я, 1995. – С. 22-31, 296-297.

7.2.2. ГОСТ 12.1.005-88. “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».