

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

«Затверджено»

На методичній нараді
кафедри гігієни та екології №1

Завідувач кафедри

член-кореспондент НАМН України,
професор В.Г. Бардов _____

31 серпня 2017 р.

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДЛЯ СТУДЕНТІВ**

<i>Навчальна дисципліна</i>	Гігієна та екологія
<i>Модуль №1</i>	Оцінка стану навколишнього середовища та його вплив на здоров'я населення
<i>Змістовий модуль №1</i>	Загальні питання гігієни та екології
<i>Тема заняття</i>	Методи гігієнічних досліджень стану навколишнього середовища та його впливу на організм і здоров'я людини
<i>Курс</i>	6
<i>Факультет</i>	Медичний №1

Укладач: доцент Анісімов Є.М.

1. Конкретні цілі:

Оволодіти теоретичними основами та методами гігієнічних досліджень стану навколишнього середовища та його впливу на організм і здоров'я людини.

Знати:

1. Основні поняття, методи та засоби досліджень з фізики, хімії, біології, мікробіології, фізіології та інших попередніх курсів, які використовуються для дослідження факторів навколишнього середовища та їх впливу на організм і здоров'я.

2. Основи математичної обробки результатів медико-біологічних досліджень.

Вміти:

1. Проводити фізичні, хімічні, бактеріологічні вимірювання об'єктів навколишнього середовища та їх впливу на організм.

2. Працювати з приладами

2. Базовий рівень підготовки

№ пп	Назви попередніх дисциплін	Отримані навички
2.1	Медична і біологічна фізика	<p>1. Класифікація фізичних, хімічних, біологічних факторів навколишнього середовища.</p> <p>2. Характеристика приладів, які використовуються для вимірювання фізичних факторів навколишнього середовища та їх впливу на організм.</p>
2.2	Нормальна фізіологія, хімія, мікробіологія, вірусологія та імунологія.	<p>1. Основні показники дихальної системи: життєва ємність легень, хвилинний об'єм та частота дихання у спокої, концентрація кисню та вуглекислоти у вдихуваному та видихуваному повітрі.</p> <p>2. Основні показники системи крові: об'єм крові, об'єм плазми крові, вміст гемоглобіну, еритроцитів, лейкоцитів, Т- і В-лімфоцитів та інших формених елементів у крові, гематокрит, швидкість осідання еритроцитів та інші.</p> <p>3. Основні показники серцево-судинної діяльності: кількість серцевих скорочень у стані спокою, систолічний та хвилинний об'єм крові, максимальний та мінімальний кров'яний тиск та інші.</p> <p>4. Функції зорового аналізатора, частота звукових коливань, яку здатне сприймати вухо людини, органолептичні відчуття смакового аналізатора.</p>

		<p>5. Показники забруднення мікроорганізмами повітря, питної води (мікробне число, колі-індекс, колі-титр та інші.).</p> <p>6. Фізичні показники та хімічний склад сечі: питома вага, рН, вміст білку, азоту, цукру, ацетону, кетонних тіл, уробіліну, білірубіну, аміаку та інших.</p> <p>7. Біохімічний склад крові: вміст білків та білкових фракцій, ліпідів, тригліцеридів, холестерину, альфа-, бета-ліпопротеїдів, глікогену, цукру, ацетону тощо.</p>
2.3	Фармакологія, патологічна фізіологія, пропедевтика внутрішніх хвороб, гігієна та екологія.	<p>1. Фізіологічні зміни в організмі в умовах зниженого та підвищеного атмосферного тиску.</p> <p>2. Механізми терморегуляції, завдяки яким температура тіла здорової людини являється постійною. Як змінюються ці механізми в умовах нагріваючого і охолоджуючого мікроклімату.</p> <p>3. Сучасні теорії розвитку фізичної і емоційної втоми та перевтоми, які розвиваються в процесі фізичної праці та емоційного напруження.</p> <p>4. Стрес, як реакція організму на негативну дію факторів навколишнього середовища.</p> <p>5. Ознаки гіпо- і авітамінозів, які найчастіше зустрічаються при порушеннях раціонального харчування та у дітей.</p> <p>6. Класифікація фармацевтичних засобів, які використовуються в профілактичній медицині (імуних, захисних, стимулюючих, дезінфікуючих тощо).</p>

3. Організація змісту навчального матеріалу

ГІГІЄНИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЗА УМОВАМИ ПРАЦІ, ПОБУТУ ТА ЧИННИКАМИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

I етап: Розробка та обґрунтування гігієнічних нормативів						
Вибір методу дослідження						
Гігієнічний	Санітарно-технічний	Токсикологічний	Патоморфологічний	Фізіологічний	Клініко-функціональний	Бактеріологічний
II етап: Контроль за дотриманням гігієнічних нормативів						
Запобіжний державний санітарний нагляд			Поточний державний санітарний нагляд			
Натурне спостереження			Лабораторне дослідження			
Взяття проб повітря, води, ґрунту, харчових продуктів	Вимірювання рівнів хімічного забруднення	Вимірювання рівнів шуму, вібрації, пилу, випромінювань, параметрів мікроклімату	Реєстрація даних	Аналіз проб повітря, води, ґрунту, харчових продуктів	Узагальнення результатів	Складання санітарного висновку
III етап: Заходи щодо корекції впливу чинників навколишнього середовища на організм						
Впровадження безвідходної технології	Автоматизація і механізація виробничих процесів	Застосування санітарно-технічного обладнання і планувальних заходів	Заходи щодо шуму і віброгасіння	Раціональне працевлаштування	Лікувально-профілактичні заходи	Корекція гігієнічних нормативів

4. План і організаційна структура навчального заняття з дисципліни

№ з/п	Етапи заняття	Роз-поділ часу	Види контролю	Засоби навчання
1.	Підготовчий етап	5 хв.	Перевірка протокольних зошитів	- методичні вказівки; - законодавчі документи;
1.1.	Організаційні питання			
1.2.	Формування мотивації			
2.	Основний етап	65 хв.	Усне опитування за стандартизованими переліками питань, практичні завдання, ситуаційні задачі, тестові завдання Крок-2	- формули для розрахунків; - тестові завдання Крок-2; - ситуаційні задачі.
2.1.	Обговорення та розбір теоретичного матеріалу	15		
2.2.	Запис в протокольні зошити, обговорення та розбір тестів Крок-2	30		
2.3.	Вирішення ситуаційних задач	20		
3.	Заключний етап	20 хв.	Підсумковий контроль рівня знань (письмове тестування), перевірка протокольних зошитів.	
3.1.	Контроль кінцевого рівня підготовки	15		
3.2.	Загальна оцінка навчальної діяльності студента	3		
3.3.	Інформування студента про тему наступного заняття	2		

5. Методика організації навчального процесу на практичному занятті

5.1. Підготовчий етап.

На початку заняття відбувається перевірка початкового рівня знань студентів шляхом опитування або письмового тестування. Викладач визначає актуальність теми.

5.2. Основний етап.

Викладач зі студентами обговорює теоретичні питання теми (додаток 1,2). Наступним етапом роботи на занятті є робота з приладами та вирішення ситуаційних задач (додаток 3) за допомогою нормативних документів.

5.3. Заключний етап

Здійснюється кінцевий контроль рівня знань (письмове тестування – додаток 4). Оцінюється поточна діяльність кожного студента протягом заняття, перевіряються протоколи і виставляється у журнал обліку відвідувань і успішності студентів. Староста групи одночасно заносить оцінки у відомість обліку успішності і відвідування занять студентами, викладач завіряє їх своїм

підписом. Викладач інформує студентів про тему наступного заняття і методичні прийоми щодо підготовки до нього.

6. Додатки

Додаток 1

Перелік теоретичних питань та практичних навичок

1. Визначення профілактичної дози УФ-радіації біологічним, фізичним, хімічним та розрахунковим методами.
2. Дослідження мікроклімату приміщень.
3. Гігієнічна оцінка мікроклімату приміщень.
4. Визначення чистоти та ефективності вентиляції повітря закритих приміщень за вмістом у ньому вуглекислого газу (CO₂).
5. Розрахунок фактичного та необхідного об'єму вентиляції антракометричним методом.
6. Визначення бактеріального забруднення повітря аспіраційним та седиментаційним методами.
7. Визначити та оцінити рівень природного і штучного освітлення у приміщенні.
8. Визначити та оцінити рівень штучного освітлення методом "Ватт" при різних його джерелах (лампах розжарювання, люмінесцентних лампах).
9. Методика розрахунку необхідного об'єму повітря при відборі проб повітря для визначення в ньому шкідливих речовин.
10. Зібрати схеми відбору проб атмосферного повітря на вміст пилу та діоксиду азоту.
11. Оцінити ступінь небезпеки та рівень забруднення атмосферного повітря.
12. Методика вимірювання виробничого шуму та вібрації.
13. Використання розрахункових методик для оцінки радіаційної обстановки та індивідуальних доз опромінення при роботі з радіонуклідами та іншими джерелами іонізуючих випромінювань.
14. Розрахунок параметрів захисту від зовнішнього опромінення при роботі з джерелами гамма-випромінювання.
15. Складання програм дозиметричного контролю рентгенодіагностичних підрозділів лікувальних закладів.
16. Вимірювання потужності поглинутої в повітрі дози в приміщеннях та на робочих місцях персоналу рентгено-радіологічних підрозділів лікувальних закладів.
17. Виявлення радіоактивного забруднення робочих поверхонь та спецодягу персоналу в радіологічному відділенні лікарні.

Перелік приладів, з якими повинен вміти працювати студент

1	Біодозиметр М.Ф. Горбачова.
2	Прилад Ю.Кротова.
3	Психрометр Ассмана.
4	Психрометр Августа.
5	Гігрометр.
6	Термометр електричний.
7	Кататермометр.
8	Термограф.
9	Гігрограф.
10	Барограф.
11	Барометр-анероїд.
12	Анемометр крильчатий
13	Анемометр чашковий.
14	Актинометр.
15	Люксметр.
16	Рентгенометр медичний.
17	Індивідуальні дозиметри
18	Сигналізатор радіоактивного забруднення.
19	Електроаспіратор.
20	Прилади та обладнання для визначення вмісту вуглекислого газу в повітрі.

**ЗАГАЛЬНА СХЕМА ВИЯВЛЕННЯ ТА ОЦІНКИ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ
ЧИННИКІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ЗДОРОВ'Я
НАСЕЛЕННЯ.**

Загальна схема виявлення та оцінки взаємозв'язків чинників навколишнього середовища та здоров'я населення включає проведення наступних етапів:

На 1 етапі: проводиться визначення мети, завдань і програми дослідження.

На 2 етапі: здійснюють вибір зони спостереження.

Зона спостереження – це досліджувана та контрольна території, що характеризуються ідентичними умовами проживання і діяльності населення. Вони відрізняються спрямованістю, поширенням та інтенсивністю впливу досліджуваних етіологічних чинників навколишнього середовища, і обмежені необхідною кількістю контингентів, що спостерігаються.

На 3 етапі: проводять оцінку санітарно-гігієнічної ситуації в зоні (зонах) спостереження.

Далі, на 4 етапі: вибирають спосіб реалізації епідеміологічного методу вивчення здоров'я населення.

- санітарно-статистичне дослідження.

- медичне обстеження.
- клінічне спостереження за спеціально відібраними людьми.
- натурний епідеміологічний експеримент.

5-ий етап: Вибір форми проведення дослідження.

Всі вказані вище способи реалізації епідеміологічного методу можуть здійснюватись у формі так званих поперечних та поздовжніх досліджень.

Суть поперечного (або одномоментного) дослідження заключається в спостереженні за впливом чинників навколишнього середовища на здоров'я населення у даний момент, без динамічного спостереження за здоров'ям.

Тобто поперечне дослідження дозволяє встановити рівень здоров'я населення на момент обстеження.

Поперечне дослідження може мати два види: проспективне та ретроспективне.

При проведенні проспективного дослідження – порівнюють дві групи людей. Перша група – люди, що зазнають впливу досліджуваного чинника, і друга група – люди, що не зазнають такого впливу. Тобто рух наукового пошуку спрямований від чинника до здоров'я.

При проведенні ретроспективного дослідження – порівнюють дві інших групи людей: хворих і здорових. Тобто рух наукового пошуку зворотній – від здоров'я (хвороби) до можливого чинника.

Таким чином проспективне дослідження частіше застосовують у тому випадку, коли шкідливий чинник завчасно відомий, а ретроспективне - коли діючий провідний чинник невідомий і його треба встановити.

Друга форма проведення дослідження – поздовжнє епідеміологічне дослідження.

Суть поздовжнього дослідження заключається у проведенні тривалого динамічного спостереження за певним контингентом людей.

Поздовжні дослідження також можуть мати два види: паралельні та непаралельні.

При проведенні паралельного дослідження тривалість проведення самого дослідження й період, протягом якого збирається необхідна інформація, співпадають.

А при проведенні непаралельного дослідження досліджуваний період часу відноситься до минулого (за архівними матеріалами). Суттєвий недолік цього дослідження – необхідних даних та показників може не бути в архівах.

6 етап: Визначення мінімального обсягу вибірки.

7 етап: Збір даних про здоров'я населення.

8 етап: Розрахунок показників та індексів здоров'я.

9 етап: Оцінка зв'язку між чинниками середовища та здоров'ям населення (математичне моделювання).

Сучасні методи виявлення впливу факторів, які мають найбільший вплив на здоров'я населення, мають загальний методичний базис – теорію ймовірності та математичну статистику.

Кореляційний аналіз – дозволяє встановити напрямок, силу, ступінь та достовірність впливу факторів середовища на рівень здоров'я населення.

Силу зв'язку оцінюють за коефіцієнтом лінійної кореляції (r): при значеннях $r = 0,01-0,29$ зв'язок вважають слабким, при значеннях $r = 0,30-0,69$ зв'язок середній (помірний), а при $r = 0,70-0,99$ зв'язок сильний.

Ступінь впливу на рівень здоров'я кожного конкретного чинника середовища визначають за спеціальною шкалою з урахуванням коефіцієнта детермінації. Коефіцієнт детермінації показує у відсотках питомий внесок впливу на здоров'я даного фактора серед інших, сумарне значення яких становить 100%.

Оціночна шкала ступеня впливу чинника навколишнього середовища:

Коефіцієнт детермінації, %	Ступінь впливу чинника
< 1	Дуже слабкий
1 – 4	Слабкий
5 – 9	Помірний
10 – 14	Сильний
15 і >	Дуже сильний

Регресійний аналіз – дозволяє створити рівняння регресії, яке можна використовувати як модель, що описує “поведінку” рівня здоров'я при змінах інтенсивності дії включених до неї факторів. Як правило регресійний аналіз проводять одночасно з кореляційним аналізом. В цьому випадку він називається кореляційно-регресійним аналізом.

Факторний аналіз дозволяє проводити автоматичне групування факторів середовища в однорідні групи.

Дисперсійний аналіз визначає достовірність та ступінь впливу факторів середовища на рівень здоров'я.

Дискримінантний аналіз дозволяє встановити достовірність відмінностей серед декількох груп населення одночасно за комплексом показників здоров'я.

Кластер-аналіз є різновидом багатофакторного аналізу, який дозволяє науково обґрунтувати розподіл по групах досліджуваних контингентів населення за рівнем їх здоров'я.

10 етап: Розробка та впровадження профілактичних рекомендацій, оцінка їх ефективності.

Додаток 3

Методи вимірювання УФ радіації

1. Інтегральний (сумарний) потік радіації Сонця вимірюється піранометрами (наприклад, піранометр Янишевського) і виражається в $\frac{\text{мкал}}{\text{см}^2 \cdot \text{хв}}$. Сонячна постійна дорівнює $2 \frac{\text{мкал}}{\text{см}^2 \cdot \text{хв}}$ на границі атмосфери і $1 \frac{\text{мкал}}{\text{см}^2 \cdot \text{хв}}$ на рівні Землі.

2. Біологічний (еритемний) метод – визначення еритемної дози за допомогою біодозиметра М.Ф. Горбачова (мал. 2.2). Еритемна доза (ЕД) або біодоза – найменший термін УФ опромінення незасмаглої шкіри у хвилинах,

після якого через 15-20 годин (у дітей через 1-3 години) з'являється виразне почервоніння шкіри (еритема).

Біодозиметр М.Ф. Горбачова являє собою планшетку з 6-ма отворами (1,5×1,0 см), котрі закриваються рухомою пластинкою. Для визначення еритемної дози біодозиметр закріплюють на незасмаглій частині тіла (внутрішня частина передпліччя). Доцільно помітити на шкірі (кульковою ручкою) розташування і номер віконця. Досліджувану ділянку шкіри розташовують на відстані 0,5 м від штучного джерела УФР (після прогріву лампи 10-15 хв.) і відчиняють кожне віконце на 1 хвилину. Таким чином, віконце № 1 опромінюється 6 хв., № 2 – 5 хв., № 3 – 4 хв., № 4 – 3 хв., № 5 – 2 хв., № 6 – 1 хв. В залежності від потужності джерела та інших умов час опромінення і відстань до джерела можуть бути іншими.

Контроль появи еритеми проводять через 18-20 годин після опромінення. Еритемну дозу визначають у хвилинах за номером віконця, де еритема буде найменшою.

Фізіологічна доза складає $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{4}$ еритемної, а профілактична – $\frac{1}{8}$ еритемної дози.

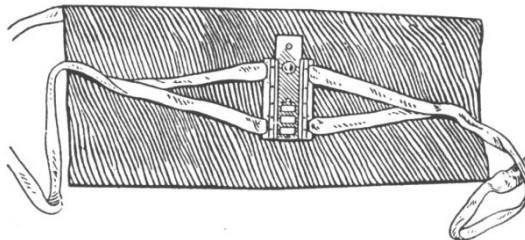
Профілактичну дозу на необхідній для опромінення пацієнтів відстані розраховують за формулою:

$$X = \left(\frac{B}{C} \right)^2 \cdot A \cdot \frac{1}{8} \text{ хв}$$

де: В – відстань від лампи до пацієнта в м;

С – стандартна відстань в м, на якій визначається еритемна доза (0,5 м);

А – еритемна доза на стандартній відстані, хв.



Мал. 1. Біодозиметр Горбачова.

3. Фотохімічний (щавлевокислий) метод розроблений З.Н.Куличковою і оснований на розкладанні щавлевої кислоти у присутності азотнокислого уранілу пропорційно інтенсивності та тривалості УФ опромінення її титрованого розчину.

Результат вимірювання виражається у кількості міліграмів розкладеної щавлевої кислоти на 1 см² поверхні розчину, яка опромінювалась. Одній еритемній дозі відповідає 3,7- 4,1 $\frac{\text{мг}}{\text{см}^2}$ розкладеної щавлевої кислоти, фізіологічній дозі – 1 $\frac{\text{мг}}{\text{см}^2}$, профілактичній дозі – 0,5 $\frac{\text{мг}}{\text{см}^2}$.

Інтенсивність ультрафіолетової радіації за цим методом визначається в мг розкладеної щавлевої кислоти на 1 см² поверхні розчину за одиницю часу (доба, година).

Реактиви: 0,1 н. розчин щавлевої кислоти (6,3 г на 1 л дистильованої води); робочий 0,1 н розчин перманганату калію (3,16 г KMnO_4 в 1 л

дистильованої води): робочий 0,1 н розчин щавлевої кислоти з азотнокислим уранілом (6,3 г щавлевої кислоти і 5,02 г азотнокислого уранілу в 1 л дистильованої води); 6 % розчин сірчаної кислоти (60 мл концентрованої кислоти на 1 л дистильованої води).

Порядок дослідження:

1. Визначають титр 0,1 н. розчину KMnO_4 точним 0,1 Н розчином щавлевої кислоти (Т). Для цього в колбу для титрування відмірюють 25 мл розчину H_2SO_4 , 25 мл 0,1 н. розчину щавлевої кислоти, підігрівають на водяній бані до 70° , титрують із бюретки 0,1 н. розчином KMnO_4 до появи ледь помітного рожевого кольору, не зникаючого на протязі 1 хв. Титр розраховують шляхом ділення кількості мл щавлевої кислоти на кількість мл розчину KMnO_4 , використаного на титрування.

2. Визначають початковий об'єм розчину KMnO_4 по робочому розчину щавлевої кислоти з уранілом (V_1), який буде опромінюватись. Для цього замість розчину чистої щавлевої кислоти береться 25 мл робочого розчину щавлевої кислоти з азотнокислим уранілом. Титрування проводять аналогічно.

3. Експозиція робочого розчину у досліджуваному місці для визначення інтенсивності УФР. В затемнену чорним папером кварцову пробірку з світловим вікном у папері певного розміру наливають 25 мл робочого розчину щавлевої кислоти з азотнокислим уранілом.

Закрита корком пробірка виставляється в штативі на відкритій ділянці для вимірювання УФР Сонця і небосхилу на добу або на певну кількість годин, або ж у відповідному місці під джерелом штучної УФР (лампа ЛЕ-30, ПРК та інші). Після експозиції пробірка зберігається у світлонепроникному футлярі.

Примітка: Для прискорення роботи студенти отримують готовий робочий розчин, експонований лабораторією.

4. Визначення об'єму розчину KMnO_4 по робочому розчину щавлевої кислоти з азотнокислим уранілом після експозиції (V_2) виконується аналогічно описаному вище. Різниця між початковим об'ємом розчину KMnO_4 і його об'ємом після експозиції робочого розчину щавлевої кислоти показує, скільки щавлевої кислоти розклалось під дією УФР.

Інтенсивність УФР вимірюють в мг розкладеної щавлевої кислоти на 1см^2 поверхні світлового вікна пробірки за годину.

Розрахунок здійснюється за формулою:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \cdot T \cdot 6,3}{S \cdot t},$$

де: Т – титр 0,1 н. розчину KMnO_4 по щавлевій кислоті;

V_1 і V_2 – об'єми розчину KMnO_4 , витрачені на титрування щавлевої кислоти з азотнокислим уранілом, відповідно, до і після опромінення УФР, мл;

6,3 – кількість мг щавлевої кислоти в 1 мл 0,1 н. розчину;

S – площа світлового вікна кварцової пробірки, см^2 ;

t – термін експозиції пробірки під джерелом УФР, годин (від Сонця) чи хвилин (від штучного джерела УФР).

Примітка. При вимірюванні дози УФР результат вимірювання виражають у кількості розкладеної щавлевої кислоти на см^2 за хвилину (від штучного джерела) чи за годину (від Сонця).

Приклад висновку. Інтенсивність УФР Сонця і небосхилу, за результатами визначення складає $1,3 \text{ мг/см}^2 \cdot \text{годину}$ розкладеної щавлевої кислоти, що відповідає 0,3 еритемної дози. Людині щодоби потрібно отримати не менше $\frac{1}{8}$ еритемної дози, для цього вона повинна знаходитись просто неба не менше, ніж 24 хв.

4. Фізичний (фотоелектричний) метод – вимірювання інтенсивності УФ радіації ультрафіолетметром (скорочено – уфіметром). Уфіметр – фізичний прилад з магнієвим (для діапазону 220-290) або сурм'яно-цезієвим (290-340 нм) фотоелементом. Результати вимірювання виражаються в $\frac{\text{мВг}}{\text{м}^2}$ або $\frac{\text{мкВг}}{\text{см}^2}$.

У зв'язку з тим, що еритемний ефект різний при різних довжинах хвиль, а найбільший при $\lambda=297 \text{ нм}$, введена еквівалентна цій довжині одиниця – мікроер, тобто $1 \text{ мкер} = 1 \frac{\text{мкВг}}{\text{см}^2}$ при $\lambda=297 \text{ нм}$. При інших довжинах хвиль результат вимірювання в $\frac{\text{мкВг}}{\text{см}^2}$ множать на відносну біологічну ефективність (ВБЛЕ) (табл. 1).

Наприклад, інтенсивність УФР, виміряна уфіметром, дорівнює $6 \frac{\text{мкВг}}{\text{см}^2}$, з них $4 \frac{\text{мкВг}}{\text{см}^2}$ при $\lambda=297 \text{ нм}$, а $2 \frac{\text{мкВг}}{\text{см}^2}$ при $\lambda=310 \text{ нм}$. Звідси доза опромінювання складає: $4 \times 1 + 2 \times 0,03 = 4,06 \text{ мкер}$. Встановлено, що 1 ЕД=700-1000 мкер; 1 профілактична доза – 100 мкер.

Додаток 4

Оцінка ефективності санації повітря УФ випромінюванням

Для оцінки ефективності санації повітря необхідно провести посів повітря на чашки Петрі з м'ясопептонним чи спеціальним середовищем за допомогою приладу Кротова (мал. 2) до опромінення приміщення. Опромінення виконують за допомогою бактерицидних ламп ЛБ-30 чи ртутно-кварцевих типу ПРК з урахуванням розрахованої експозиції. Після опромінення проводять повторний посів повітря на чашки Петрі. Після інкубації чашок в термостаті на протязі 24 годин при температурі 37°C підраховують кількість колоній, які виростили на обох чашках, засіяних повітрям до та після опромінення.

Оцінка мікробного забруднення повітря проводиться шляхом визначення показника мікробного забруднення повітря – мікробного числа (загальна кількість мікроорганізмів у 1 м^3 повітря) та кількості гемолітичного стафілокока.

Мікробне число розраховують за формулою:

$$\text{М.ч.} = \frac{A \cdot 1000}{T \cdot V}$$

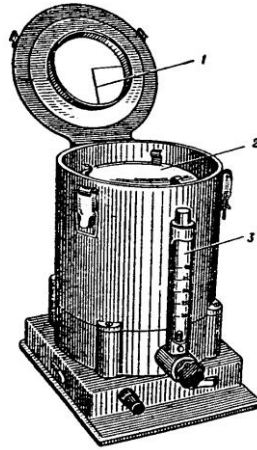
де: М.ч. – кількість мікробних тіл у 1 м^3 повітря;

A – кількість колоній на чашці Петрі;

T – тривалість забору проби повітря, хв.;

V – швидкість пропускання повітря через прилад Кротова, л/хв.

Бактерицидна дія УФР характеризується ступенем ефективності, який показує, на скільки % зменшилась кількість мікроорганізмів, та коефіцієнтом ефективності, який показує у скільки разів зменшилось число мікроорганізмів в тому ж об'ємі повітря (різниця у кількості колоній, які проросли на чашках Петрі, засіяних повітрям до та після опромінення).



Мал. 2. Прилад Кротова для бактеріологічного дослідження повітря
(1 – клиновидна щілина; 2 – обертальний диск; 3 - реометр)

Санація вважається ефективною, якщо ступінь ефективності становить 80 %, а коефіцієнт ефективності – не менше 5. (Ступінь ефективності – виражене у відсотках відношення різниці між кількістю колоній до санації і після санації до кількості колоній до санації. Коефіцієнт ефективності – число, яке показує, у скільки разів в результаті санації зменшилось число колоній).

Отримане після санації повітря мікробне число порівнюють також з рекомендаціями допустимого бактеріального забруднення повітря закритих приміщень (табл.1)

Таблиця 1

**Орієнтовні показники для оцінки мікробного забруднення
(ступеню чистоти) повітря деяких приміщень**

	Мікробне число, на м ³		Характеристика повітря
	Загальне мікробне число	В т.ч. гемолітичний стрептокок	
Житлові приміщення	До 2000	До 10	Дуже чисте
Громадські приміщення	2000-4000	11-40	Досить чисте
Дитячі заклади (дитячі будинки, школи та інш.)	4000-7000	40-120	Помірно забруднене
	>7000	>120	Сильно забруднене
Операційна:			
а) до операції	До 500	Не повинно бути	Чисте
б) після операції	До 1000	Не більше 3	
Перев'язочна:			

	Мікробне число, на м ³		Характеристика повітря
	Загальне мікробне число	В т.ч. гемолітичний стрептокок	
а) до роботи	До 500	Не повинно бути	Чисте
б) в кінці роботи	До 2000	Не більше 3	
Маніпуляційна	До 1000	До 16	Дуже чисте
	До 2500	До 16	Досить чисте
Лікарняна палата	До 3500	До 100	Чисте

Додаток 5

Методика визначення показників природного освітлення приміщень

Дані описового характеру:

1. Зовнішні фактори, від яких залежить природне освітлення приміщень:

- географічна широта місцевості, клімат (кількість хмарних днів та світловий клімат) місцевості;
- сезон року та години дня, коли експлуатується приміщення, наявність затінюючих об'єктів (будівель, дерев, гір).

2. Внутрішні фактори:

- найменування та призначення приміщень;
- орієнтація вікон по сторонах горизонту, поверх;
- вид природного освітлення, тобто розміщення світлових проїомів, (одностороннє, двостороннє, верхнє, комбіноване);
- кількість вікон, їх конструкція (однорамні, дворамні, спарені);
- якість та чистота скла, наявність затінюючих предметів (квітів, фіранок);
- висота підвіконня, відстань від верхнього краю вікна до стелі;
- яскравість (відбиваюча здатність) стелі, стін, обладнання та меблів.

Від перерахованих факторів залежить також інсоляційний режим приміщень (тобто тривалість прямого сонячного освітлення) і в першу чергу – від орієнтації вікон по сторонах горизонту (табл. 1).

Таблиця 1

Типи інсоляційного режиму приміщень

Інсоляційний режим приміщень	Орієнтація вікон приміщень	Термін інсоляції, год.	Інсольована площа підлоги приміщення, %.
Максимальний	південно-східна, південно-західна	5-6	80
Помірний	південна, східна, західна	3-5	40-50
Мінімальний	північно-східна, північно-західна, північна	менше 3	до 30

За гігієнічними нормативами тривалість інсоляції житлових, навчальних та їм подібних за призначенням приміщень повинна бути не меншою 3 годин.

Оцінка природного освітлення приміщень *геометричним* методом:

1. Визначення світлового коефіцієнта (відношення площі заскленої частини вікон до площі підлоги, виражене простим дробом):

- вимірюють сумарну площу заскленої частини вікон $S_1, \text{ м}^2$;
- вимірюють площу підлоги, $S_2 \text{ м}^2$;
- розраховують світловий коефіцієнт – $СК = S_1 : S_2 = 1 : n$ (n розраховують діленням S_2 на S_1 і округляють до цілої величини).

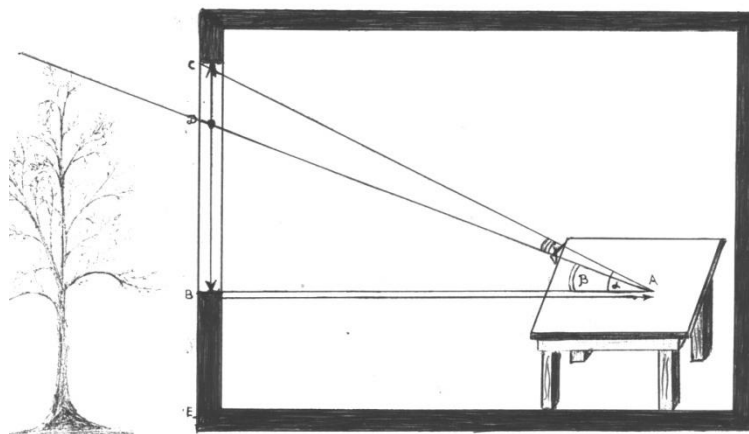
Отриманий результат оцінюють згідно гігієнічних нормативів (табл.2).

Таблиця 2.

Норми природного освітлення деяких приміщень різного призначення

Вид приміщення	Коефіцієнт природної освітленості (КПО)	Світловий коефіцієнт (СК)	Кут падіння (α)	Кут отвору (γ)	Коефіцієнт заглиблення приміщення
	не менше		не менше	не менше	не більше
1. Учбові приміщення (класи)	1,25-1,5 %	1:4 – 1:5	27°	5°	2
2. Житлові кімнати	1,0 %	1:5 – 1:6	27°	5°	2
3. Лікарняні палати	0,5 %	1:6 – 1:8	27°	5°	2
4. Операційні	2,0 %	1:2 – 1:3	27°	5°	2

2. Визначення кута падіння α (кут ABC на найбільш віддаленому від вікон робочому місці, утвореного горизонтальною лінією чи площиною АВ від робочого місця до нижнього краю вікна (підвіконня) та лінією (площиною) від робочого місця до верхнього краю вікна AC) (мал. 3).



Мал. 3. Схема визначення кута падіння та кута отвору

У зв'язку з тим, що цей кут утворює з лінією засклення вікна прямокутний трикутник, то його визначають за тангенсом – відношенням висоти вікна ВС над рівнем робочого місця (протилежний катет) до відстані від вікна до робочого місця АВ (прилеглий катет). За значенням тангенсу в таблиці 3 знаходять кут падіння α .

$$\text{tg } \alpha = \text{BC/AB}$$

Таблиця 3.

Таблиця натуральних тригонометричних величин

Тангенс	Кут, град.	Тангенс	Кут, град.	Тангенс	Кут, град.
0	0	0,287	16	0,601	31
0,020	1	0,306	17	0,625	32
0,030	2	0,325	18	0,649	33
0,050	3	0,344	19	0,675	34
0,090	5	0,364	20	0,700	35
0,105	6	0,384	21	0,727	36
0,123	7	0,404	22	0,754	37
0,141	8	0,424	23	0,781	38
0,158	9	0,445	24	0,810	39
0,176	10	0,466	25	0,839	40
0,194	11	0,488	26	0,869	41
0,213	12	0,510	27	0,900	42
0,231	13	0,532	28	0,933	43
0,249	14	0,555	29	0,966	44
0,268	15	0,577	30	1,000	45

3. Визначення кута отвору γ (кута САD, під яким з робочої точки видно ділянку неба). Цей кут визначають як різницю між кутом падіння α та кутом затінення β -кутом DAB на робочому ж місці між горизонталлю та площиною від робочого місця до вершини затінюючого об'єкта – будівлі, дерев, гір (див. схему, мал. 4.1) .

Для визначення кута затінення знаходять на вікні точку перетину лінії (чи площини) від робочого місця до вершини затінюючого об'єкту D, ділять величину катета ВD на АВ (тангенс кута затінення), а в таблиці знаходять кут затінення β .

$$\text{tg } \beta = \text{ВD/AB}$$

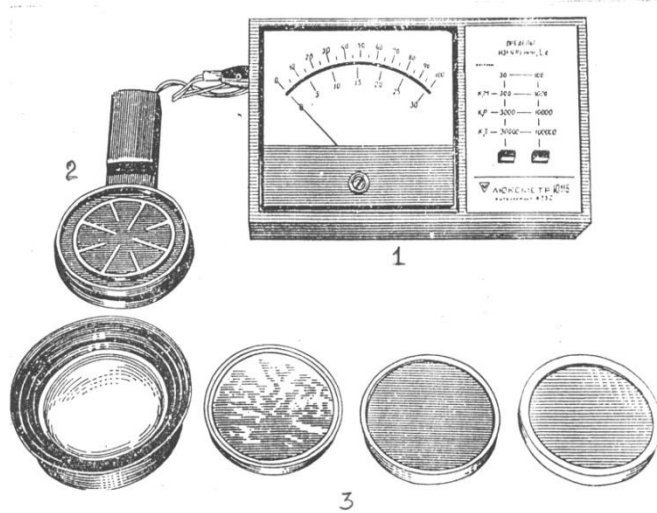
$$\text{кут отвору } - \gamma = \angle \alpha - \angle \beta$$

4. Визначення коефіцієнта заглиблення приміщення – відношення відстані від вікна до протилежної стіни EF в метрах, до висоти верхнього краю вікна над підлогою CE в метрах. За гігієнічними нормативами цей коефіцієнт не повинен перевищувати 2 для житлових, навчальних та їм подібних приміщень.

Світлотехнічний метод дослідження природного освітлення приміщень – визначення коефіцієнта природної освітленості (КПО).

Коефіцієнт природної освітленості (КПО) – виражене у відсотках відношення освітленості горизонтальної поверхні (на рівні підлоги чи робочого місця) в приміщенні до вимірної одночасно освітленості розсіяним світлом горизонтальної поверхні під відкритим небосхилом:
$$\text{КПО} = \frac{E_{\text{вн.}}}{E_{\text{зовн.}}} \cdot 100\% .$$

Освітленість у приміщенні та за його межами вимірюють за допомогою люксметра (див. навчальну інструкцію, додаток 2 та мал. 4).



Мал. 4. Люксметр Ю-116.

(1 - вимірювальний прилад (гальванометр); 2 - світлоприймач (селеновий фотоелемент);
3 - світлові фільтри-насадки)

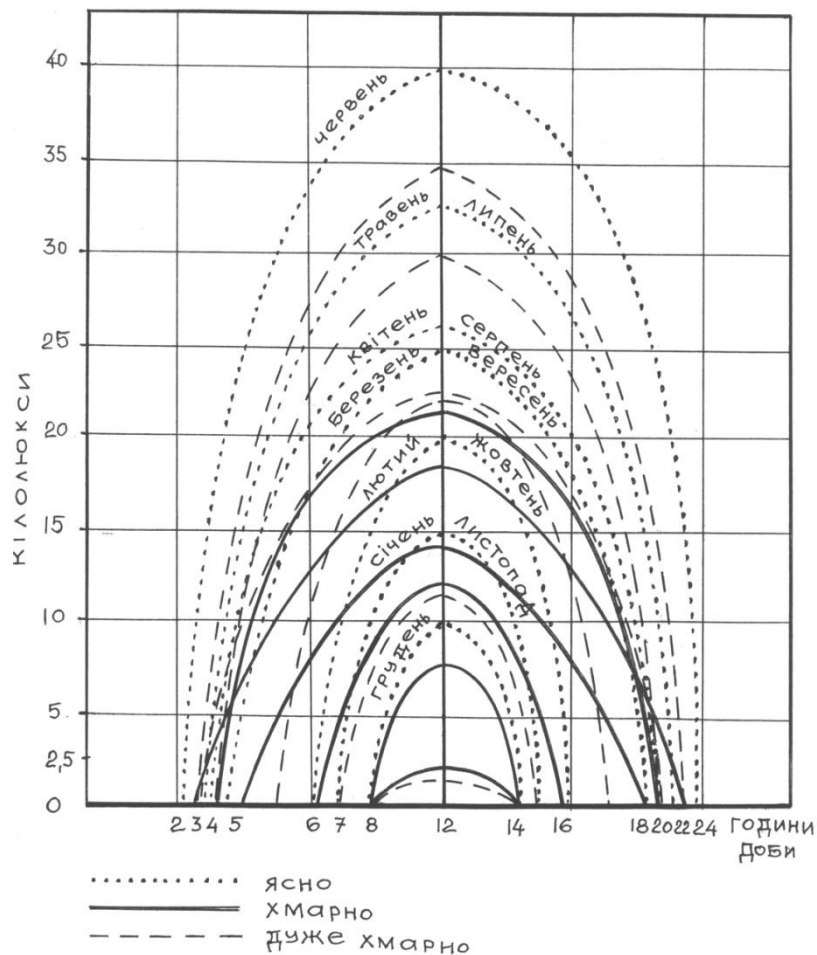
Нерідко частину небосхилу, особливо в містах, закривають високі будівлі, дерева, а в гірській місцевості – гори. Тому на практиці для визначення освітленості під відкритим небосхилом користуються кривими світлового клімату місцевості (мал. 4.3).

Криві лінії на мал. 4.3. враховують місяці, години доби та ступінь хмарності небосхилу. На вісі ординат нанесена освітленість у тисячах люксів.

Природне освітлення цехів виробничих підприємств може бути боковим (одностороннім і двостороннім), верхнім (світлові пройоми в перекриттях цеху) і комбінованим.

Згідно з БНіП П-4-79, нормується коефіцієнт природної освітленості (КПО):

- при односторонньому боковому освітленні – на відстані 1м від протилежної стіни;
- при двосторонньому боковому освітленні – посередині цеху; при верхньому і комбінованому освітленні нормується середнє освітлення на підставі замірів в кількох точках методом “конверту”(табл. 4).



Мал. 4.3. Криві світлового клімату

Таблиця 4

Значення КПО для виробничих приміщень

Розряд робіт	Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Коефіцієнт природної освітленості, %	
			при комбінованому освітленні	при боковому освітленні
I	Найвищої точності	0,15	10	3,5
II	Дуже високої точності	0,15- 0,3	7	4,2
III	Високої точності	0,3-0,5	5	3
IV	Середньої точності	0,5-1,0	4	1,5
V	Малої точності	1,0 –5,0	3	1
VI	Груба (дуже малої точності)	> 5,0	2	0,5
VII	Робота з світними матеріалами і в гарячих цехах	> 5,0	3	1
VIII	Загальний нагляд за виробничим процесом	-	0,5	0,1

Вимірювання освітленості люксометром

Люксометр Ю-116 чи Ю-117 складається з селенового фотоелемента з фільтрами-насадками та гальванометра зі шкалою. Фотоелемент спрацьовує під впливом світла, виробляючи електричний струм, силу якого вимірюють гальванометром. Стрілка його вказує число люксів, що відповідає досліджувальній освітленості.

На панелі вимірювального приладу встановлено кнопки перемикача і табличку зі схемою, яка зв'язує дію кнопок та насадки з різними діапазонами вимірювань. Прилад має дві шкали: 0 – 100 і 0 – 30. На кожній шкалі точками зазначено початок діапазону вимірювань: на шкалі 0 – 100 точка знаходиться над позначкою 20, на шкалі 0 – 30 над позначкою 5. Також є коректор для встановлення стрілки на нульове положення, який регулюється викруткою.

Селеновий фотоелемент, що приєднується до приладу за допомогою вилки, знаходиться в пластмасовому корпусі. З метою зменшення похибки використовують сферичну насадку на фотоелемент, виготовлену з білої світлорозсіюючої пластмаси та непрозорого кільця. Ця насадка застосовується паралельно з однією із трьох інших насадок-фільтрів, які мають коефіцієнти ослаблення 10, 100, 1000, що розширює діапазони вимірювань.

У процесі вимірювання стрілку приладу встановлюють на нульовій поділці шкали, потім напроти натисненої кнопки визначають вибране за допомогою насадок найбільше значення діапазону вимірювання. При натискуванні кнопки, напроти якої написано найбільше значення діапазону вимірювань, кратне 10, слід користуватися для відліку показів шкалою 0 – 100, при натиснутій кнопці, проти якої нанесено значення діапазону, кратне 3, шкалою 0 – 30. Показання приладу в поділках за відповідною шкалою множать на коефіцієнт ослаблення, що позначений на відповідній насадці.

Прилад відградуєвано для вимірювання освітленості, яку створюють лампи розжарювання. Для природного світла вводять поправочний коефіцієнт 0,8; для люмінесцентних ламп денного світла (ЛД) – 0,9; для ламп білого кольору (ЛБ) – 1,1.

Загальну оцінку природного освітлення приміщень дають на підставі порівняння усього комплексу визначених показників з гігієнічними нормативами. В основу розробки цих нормативів покладено точність зорової роботи, тобто – розміри деталей об'єкту, які потрібно розрізняти, їх контрастність відносно фону та інші.

Співставляючи оцінку кожного показника з нормативом, роблять загальний висновок про природне освітлення приміщень.

Схема оцінки штучного освітлення приміщень.

Дані описового характеру:

- назва та призначення приміщення;
- система освітлення (місцеве, загальне, комбіноване);
- кількість світильників, їх тип (лампи розжарювання, люмінесцентні та інші);
- їх потужність, Вт;
- вид освітлювальної арматури і в зв'язку з цим напрямок світлового потоку і характер світла (прямий, рівномірно-розсіяний, направлено-розсіяний, відбитий, розсіяно-відбитий) ;
- висота підвісу світильників над підлогою та робочою поверхнею;
- площа освітлюваного приміщення;
- відбиваюча здатність (яскравість) поверхонь: стелі, стін, вікон, підлоги, обладнання та меблів.

Визначення освітленості розрахунковим методом “Ватт”:

- а) вимірюють площу приміщень, S, кв. м;
- б) визначають сумарну потужність Вт, яку створюють всі світильники;
- в) розраховують питому потужність, Вт/кв. м;
- г) у таблиці 1 величин мінімальної горизонтальної освітленості знаходять освітленість при питомій потужності 10 Вт/кв. м;
- д) для ламп розжарювання освітленість розраховується за формулою:

$$E = \frac{P \times E_{\text{таб}}}{10 \times K},$$

де P – питома потужність, Вт/кв. м;

$E_{\text{таб}}$ – освітленість при 10 Вт/кв. м, (табл. 1);

K – коефіцієнт запасу для житлових та громадських приміщень, який дорівнює 1,3.

Величини мінімальної горизонтальної освітленості $E_{\text{таб}}$ при питомій потужності (P) 10 Вт/кв. м.

Потужність електроламп, Вт	Пряме світло		Напіввідбите світло	
	напруга, В			
	100...127	220	100...127	220
40	26	23	16,5	19,5
60	29	25	25	21
100	35	27	30	23
150	39,5	31	34	26,5
200	41,5	34	35,5	29,5
300	44	37	38	32
500	48	41	41	35

Формулу можна застосувати для розрахунку освітленості, якщо лампи однакової потужності. Для ламп різної потужності розрахунок проводиться окремо для кожної потужності ламп, а результати додаються. Знайдену за методом “Ватт” величину освітленості порівнюють з нормативними величинами (табл. 2).

Норми загального штучного освітлення (БНІП II-69-78 та БНІП II-4-79)

Приміщення	Найменша освітленість, лк	
	Люмінесцентні лампи	Лампи розжарювання
Кімнати і кухні житлових будинків	75	30
Навчальні кімнати	300	150
Кабінети технічного креслення	500	300
Шкільні майстерні	300	150
Читальні зали	300	150
Операційна, секційна	400	200
Пологова, перев'язочна, процедурна	500	200
Доопераційна	300	150
Кабінет хірургів, акушерів-гінекологів, педіатрів, інфекціоністів, стоматологів	500	200
Кабінет функціональної діагностики	-	150
Рентгенодіагностичний кабінет	-	150
Палати дитячих відділень для новонароджених, післяопераційні палати	150	75

Для люмінесцентних ламп питомою потужністю 10 Вт/кв. м мінімальна горизонтальна освітленість складає 100 лк. При інших питомих потужностях розрахунок ведуть за пропорцією.

Для виробничих приміщень, згідно БНІП II-4-79, всі види робіт розбито на 7 розрядів, виходячи з лінійних розмірів найменшого об'єкта розпізнавання, з яким працює робітник на відстані 0.5м від ока. Перші 5 розрядів розбито на 4 підрозряди (а, б, в, г), виходячи з контрасту між об'єктом розпізнавання і фоном, а також світності фону. Наприклад, при особливо точній зоровій роботі (1-й розряд, розмір об'єкта менше 0,1мм) освітленість робочого місця повинна бути: при малому контрасті з фоном – 1500 лк; при середньому – 1000 лк, при великому – 400 лк. При роботі малої точності (4-й розряд, розмір об'єкта 1,0-10 мм), відповідно, 150, 100, 75 лк.

Наведений метод розрахунку не є абсолютно точним, оскільки він не враховує освітленість кожної точки, розташування світильників та інші фактори, що впливають на освітленість, але широко застосовується для оцінки освітленості класів, лікарняних палат і таке інше.

Щоб визначити освітленість на окремому робочому місці приміщення, множать питому потужність ламп (P) на коефіцієнт (e), що показує, яку кількість люксів дає питома потужність 1 Вт/кв. м: $E = P \times e$. Цей коефіцієнт для приміщення з площею 50 кв. м при лампах потужністю до 110 Вт становить 2, 110 Вт і більше – 2,5 (табл. 3), для люмінесцентних ламп – 12,5.

Значення коефіцієнта е.

Потужність ламп, Вт	Коефіцієнт при нарузі в мережі, В	
	110, 120, 127	220
до 110	2,4	2,0
110 і більше	3,2	2,5

Визначення освітленості за допомогою люксметра.

Визначення горизонтальної освітленості на робочому місці проводиться за допомогою люксметра (див. тему № 4, додаток 2). Оскільки прилад проградуований для вимірювання освітленості, яку створюють лампи розжарювання, то для люмінесцентних ламп денного світла (ЛД) вводять поправочний коефіцієнт 0,9; для ламп білого кольору (ЛБ) – 1,1; для ртутних (ЛДР) – 1,2.

Якщо визначення проводять вдень, то спочатку слід визначити освітленість, створену змішаним освітленням (штучним і природним), потім при вимкненому штучному освітленні. Різниця між отриманими даними і буде величина освітленості, що створена штучним освітленням.

Рівномірність освітлення визначають “Методом конверта” – вимірюють освітленість у 5 точках приміщення і оцінюють шляхом розрахунку коефіцієнту нерівномірності освітленості (відношення мінімальної освітленості до максимальної у двох точках, віддалених одна від одної на відстань 0,75 м, якщо визначають рівномірність на робочому місці, або на відстань 5 м, якщо визначають рівномірність освітлення у приміщенні).

Розрахунок яскравості робочої поверхні здійснюють за формулою:

$$Я = \frac{E_{\text{лк}} \times K_{\text{відб}}}{3,14},$$

де, Я – яскравість, кд/кв. м;

Е – освітленість, лк;

К – коефіцієнт відбиття поверхні

(біла – 0,7; світло-бежева – 0,5; коричнева – 0,4; чорна – 0,1).

Допустима яскравість світильників загального освітлення для житлових та громадських приміщень приведена в таблиці.

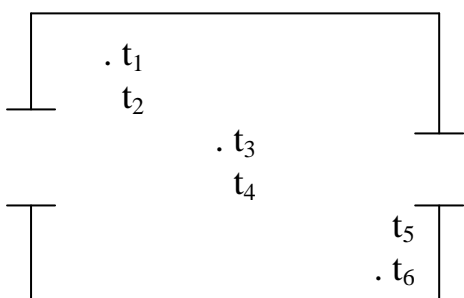
Допустима яскравість світильників загального освітлення для житлових та громадських приміщень.

	Допустиме значення яскравості, кд/кв. м	
	для ламп розжарювання	для люмінесцентних ламп
Основні приміщення житлових та громадських будівель.	15000	5000
Класи, учбові кабінети, аудиторії, читальні зали, бібліотеки.	5000-8000	5000-8000
Кабінет лікаря.	15000	5000
Палати лікарень і спеціальні кабінети дитячих закладів та шкіл-інтернатів.	5000	5000

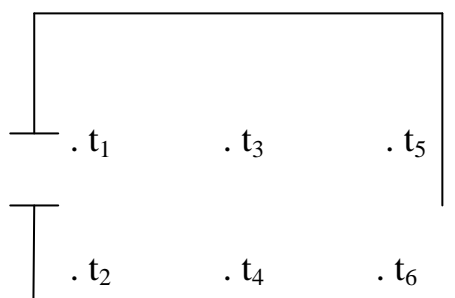
Вивчення температурного режиму повітря приміщення

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:

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

б) перепад температури повітря по вертикалі:

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

в) перепад температури повітря по горизонталі:

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

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 $+18 - +21^\circ\text{C}$, перепад температури по вертикалі повинен бути не більше $1,5-2,0^\circ\text{C}$, а по горизонталі – не більш $2,0-3,0^\circ\text{C}$. Добові коливання температури визначають за термограмою, яку готує лабораторія за допомогою термографа, і нормуються в межах 6°C .

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°C 23-25°C	Не більше, ніж на 3°C вище розрахункової зовнішнього повітря*
Холодний і перехідний	20-22°C	18 – 22°C**

Примітка:

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

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

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°C при виконанні легкої роботи та 16-19°C при виконанні важкої роботи. В теплий період, ці інтервали відповідно 22-25°C і 18-22°C. Допустима максимальна температура в теплий період не більше 30°C, мінімальна в холодний період – 13°C.

Додаток 9

Визначення радіаційної температури і температури стін

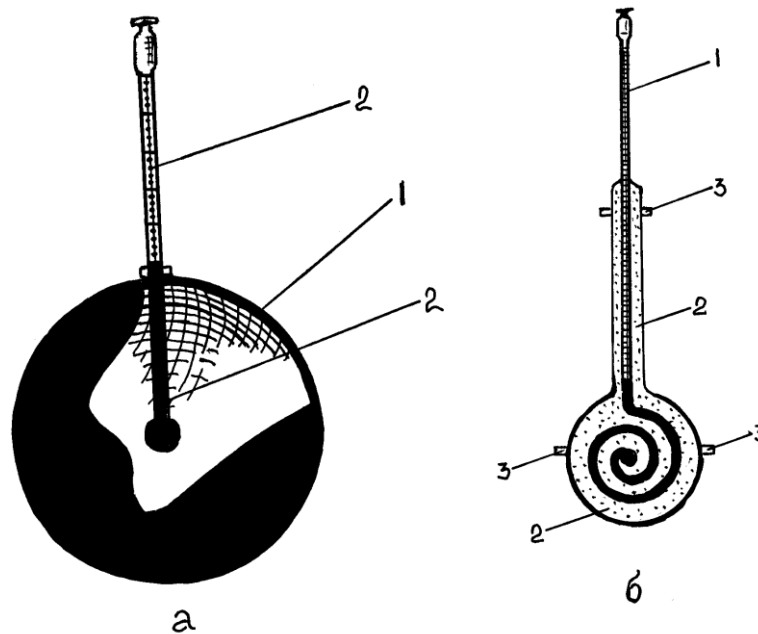
Для визначення радіаційної температури в приміщеннях використовують кульові термометри, а температури стін – пристінні термометри (мал. 6.1. а, б)

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°C.



Мал. 6.1. 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.).

Нормативні величини радіаційних температур для різних приміщень

Вид приміщення	Радіаційна температура, °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.

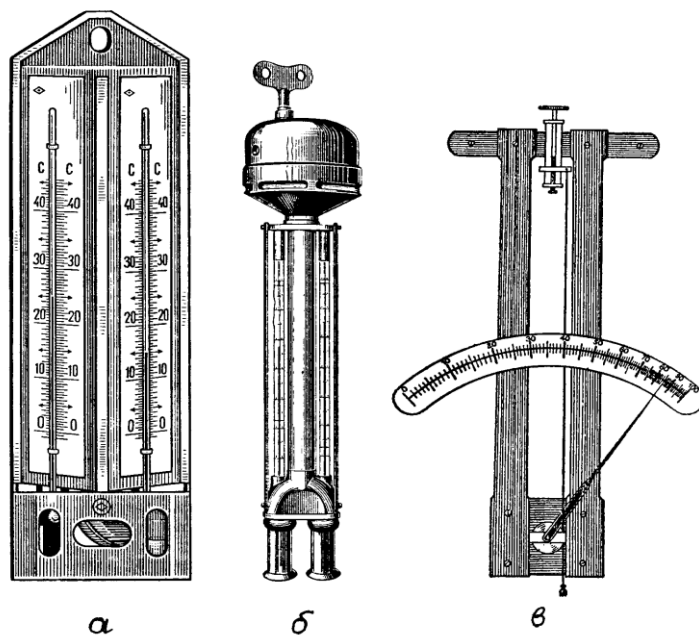
Високі рівні інфрачервоного випромінювання в гарячих цехах підприємств вимірюють за допомогою актинометрів і виражають в мкал/см².хв.

Додаток 10

Визначення вологості повітря за допомогою психрометрів

Визначення абсолютної та відносної вологості повітря станційним психрометром Августа (мал. 6.2-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. 6.2. 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);

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

t – температура сухого термометра;

t₁ – температура вологого термометра;

B – 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 P – відшукувана відносна вологість, %;

A – 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.).

Таблиця

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.

Принцип роботи психрометра оснований на тому, що інтенсивність випаровування вологи з поверхні зволоженого резервуару психрометра пропорційна сухості 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 A – 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;

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

Відносну вологість визначають за формулою:

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

де: P – відшукувана відносна вологість, %;

A – 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).

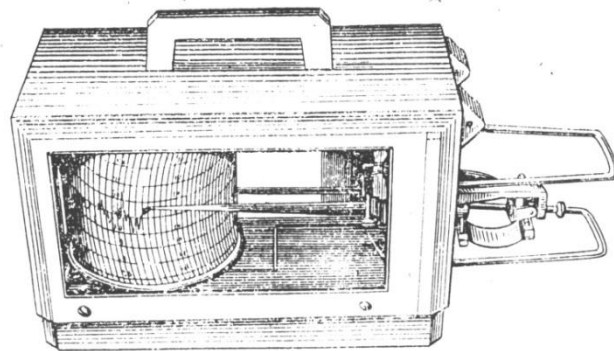
Норми відносної вологості в зоні житлових, громадських і адміністративно-побутових приміщень (Витяг з БНіП 2.04.05-86)

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

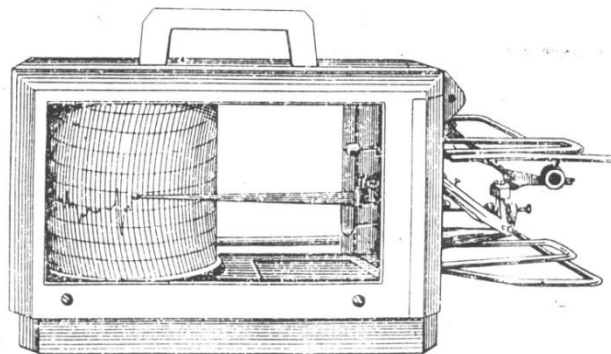
Примітка: * В районах з розрахунковою відотною вологістю зовнішнього повітря більше 75% допустима вологість – 75%.

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

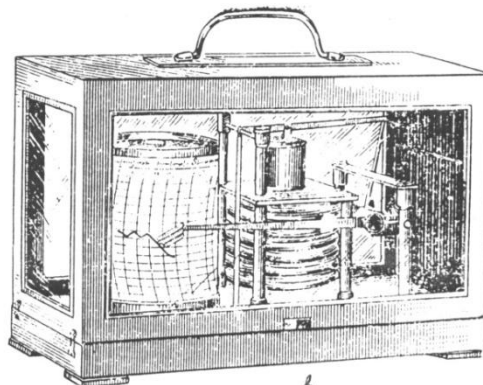
Добові коливання температури, вологості повітря та атмосферного тиску визначають за допомогою, відповідно, термографа, гігрографа, барографа (мал. 6.4).



а



б



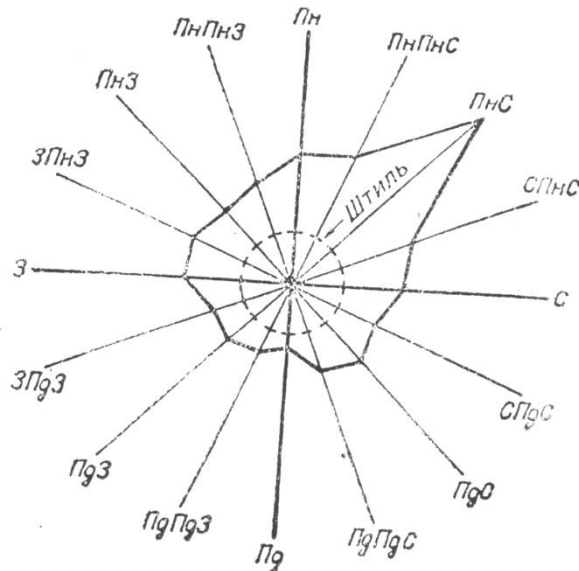
в

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

УЧБОВА ІНСТРУКЦІЯ з вивчення напрямку руху повітря

Під напрямом вітру розуміють сторону горизонту, звідки віє вітер і позначають румбами – 4 основними (Пн., Пд., Сх., Зх.) і 4 проміжними (Пн-Зх., Пн-Сх., Пд-Зх., Пд-Сх.).

Річну повторюваність вітрів в тій чи іншій місцевості зображають у графічному вигляді “рози вітрів”(мал.).



Мал. Роза вітрів

Для побудови “рози вітрів” на графіку румбів відкладають виражену у відсотках частоту вітрів кожного напрямку і з’єднують ламаною лінією. Штиль позначають колом з радіусом відповідно відсотка штильових днів.

“Розу вітрів” використовують в метеорології, аеро- і гідронавігації, а також у гігієні. В останньому випадку – для раціонального планування, взаєморозміщення об’єктів при запобіжному санітарному нагляді за будівництвом населених місць, промислових підприємств, оздоровчих об’єктів, зон відпочинку.

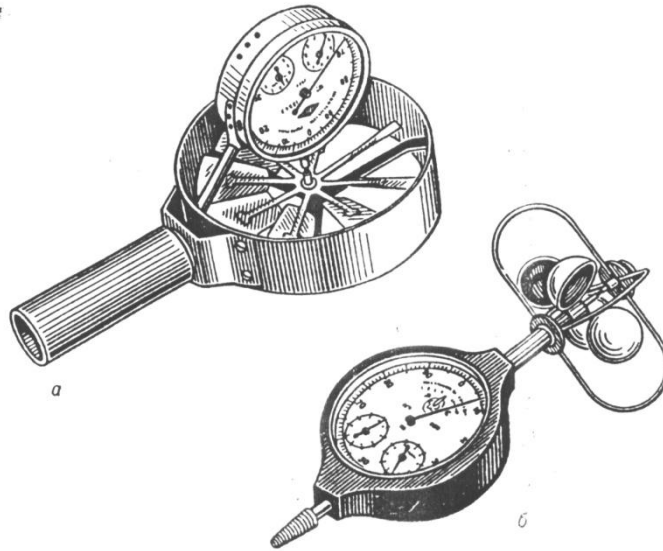
Напрямок руху атмосферного повітря визначається за допомогою вимпела, (на кораблях), флюгерів різної побудови та тканинного конусу (на аеродромах).

В приміщеннях, де рух повітря надто слабкий, напрямок руху повітря можна досліджувати за допомогою фумігатора (дим, синтезованого тим або іншим засобами) або відхиленням полум’я свічки.

УЧБОВА ІНСТРУКЦІЯ з визначення швидкості руху повітря за допомогою анемометрів

Швидкість руху атмосферного повітря (а також руху повітря у вентиляційних отворах) визначають за допомогою анемометрів: чашечного (при швидкостях від 1 до 50 м/с) і крильчатого (0,5 – 10 м/с) (мал. 7.2). Робота

вертикально встановленого чашечного анемометра не залежить від напрямку вітру; крильчатий анемометр потрібно чітко орієнтувати віссю на напрям вітру.



Мал. 7.2. Анемометри
(а – крильчатий; б – чашечний)

Для визначення швидкості руху повітря спочатку записують вихідні показники циферблатів лічильника (тисячі, сотні, десятки та одиниці), відключивши його від турбінки, виставляють анемометр у місці дослідження (наприклад, в створі відкритого вікна, вентиляційного отвору, надворі). Через 1–2 хв. холостого обертання вмикають одночасно лічильник обертів і секундомір. Через 10 хв. лічильник відключають, знімають нові показники циферблатів і розраховують швидкість обертання крильчатки (кількість поділок шкали за секунду – А):

$$A = \frac{N_2 - N_1}{t},$$

де: N_1 – показання шкали приладу до вимірювання;

N_2 – показання шкали приладу після вимірювання;

t – термін вимірювання в секундах.

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

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

Сила вітру визначається за 12-бальною шкалою: від штилю – 0 балів (швидкість руху повітря 0 – 0,5 м/с) до урагану – 12 балів (швидкість руху повітря 30 і більше м/с).

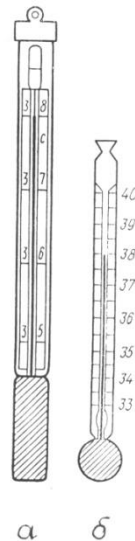
УЧБОВА ІНСТРУКЦІЯ

з визначення швидкості руху повітря в приміщеннях за допомогою кататермометра

Кататермометр дозволяє визначити дуже слабкий рух повітря в межах від 0,1 до 1,5 м/с. Прилад представляє собою спиртовий термометр з циліндричним або кульовим резервуаром. Шкала циліндричного кататермометра градуйована в межах від 35 до 38° С, кульового – від 33 до 40°С (мал. 7.3.).

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

Кататермометр призначений для визначення охолоджуючої здатності повітря, на підставі якої і розраховується швидкість руху повітря. Знаючи цю величину



Мал. Кататермометр
(а – циліндричний (Хілла); б – кульовий)

охолодження кататермометра та температуру навколишнього повітря, по емпіричних формулах і за таблицями можна визначити швидкість руху повітря.

Хід роботи: кульовий кататермометр занурюють в посудину з гарячою водою при температурі останньої 65 – 70° С до тих пір, поки зафарбований спирт не заповнить на 1/2-1/3 об'єм верхнього резервуару. Після цього кататермометр насухо витирають і підвішують на штатив в центрі приміщення (або в іншому місці, де необхідно визначити швидкість руху повітря). При визначенні у відкритій атмосфері кататермометр захищають від впливу променевої енергії Сонця. Далі за допомогою секундоміра визначають час в секундах, за який стовпчик опустився від T_1 до T_2 . Інтервали охолодження кататермометра можна брати від 40° до 33°, тобто такий інтервал, щоб частка від ділення суми $\frac{T_1 + T_2}{2}$ дорівнювала 36,5°.

Величину охолодження циліндричного кататермометра та кульового з інтервалом 38 – 35° знаходять за формулою:

$$H = \frac{F}{a} \cdot \text{мккал} / \text{см}^2 \cdot \text{с} ,$$

де: H – охолоджуюча здатність повітря в мккал/см² · с;

F – фактор кататермометра – постійна величина, нанесена на тильній стороні шкали, яка показує кількість тепла, втраченого з 1см² поверхні резервуару приладу за час його охолодження з 38°С до 35°С і дорівнює більше 600 мккал/см² (у кульового кататермометра старих випусків – при охолодженні на 1° і знаходиться в межах 200 – 250 мккал/см²);

a – термін в секундах, протягом якого кататермометр охолоджується з 38° до 35°.

При використанні кульового кататермометра старого випуску (у якого фактор градування на 1° ≈ 200 – 250 мккал/см²) величину охолодження знаходять за формулою:

$$H = \frac{F}{a} \cdot (T_1 - T_2) \cdot \text{мккал} / \text{см}^2 \cdot \text{с} ,$$

де: T₁-T₂ – різниця температур вибраного інтервалу в градусах;

a – час охолодження приладу в секундах.

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

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

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

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

де: V – швидкість руху повітря (м/с);

H – охолоджуюча здатність повітря;

Q – (36,5 – t° повітря) – різниця між середньою температурою тіла 36,5° та температурою навколишнього середовища;

0,20 і 0,40 – емпіричні коефіцієнти;

0,13 і 0,47 – емпіричні коефіцієнти.

Швидкість руху повітря при роботі з кататермометром може бути визначена не лише шляхом розрахунку за формулами але і за допомогою таблиць для кульового кататермометра (табл. 2), після попереднього розрахунку $\frac{H}{Q}$, або таблиці.

Таблиця

Таблиця для визначення швидкості руху повітря по кульовому кататермометру

H/Q	V, м/с	H/Q	V, м/с	H/Q	V, м/с
0,33	0,046	0,50	0,44	0,67	1,27

H/Q	V, м/с	H/Q	V, м/с	H/Q	V, м/с
0,34	0,062	0,51	0,48	0,68	1,31
0,35	0,077	0,52	0,52	0,69	1,35
0,36	0,09	0,53	0,57	0,70	1,39
0,37	0,11	0,54	0,62	0,71	1,43
0,38	0,12	0,55	0,68	0,72	1,48
0,39	0,14	0,56	0,73	0,73	1,52
0,40	0,16	0,57	0,80	0,74	1,57
0,41	0,18	0,58	0,88	0,75	1,60
0,42	0,20	0,59	0,97	0,76	1,65
0,43	0,22	0,60	1,00	0,77	1,70
0,44	0,25	0,61	1,03	0,78	1,75
0,45	0,27	0,62	1,07	0,79	1,79
0,46	0,30	0,63	1,11	0,80	1,84
0,47	0,33	0,64	1,15	0,81	1,89
0,48	0,36	0,65	1,19	0,82	1,94
0,49	0,40	0,66	1,22	0,83	1,98
				0,84	2,03

Норми швидкості руху повітря в житлових, громадських і адміністративно-побутових приміщеннях (Витяг з БНіП 2.04.05-86)

Період року	Швидкість руху повітря, м/с	
	Оптимальна	Допустима
Теплий	0,2 – 0,3	0,5
Холодний і перехідний	0,2	0,2

Примітка: норми встановлено для людей, які знаходяться в приміщенні більше 2 годин безперервно.

Методи і засоби відбору проб повітря для хімічних аналізів

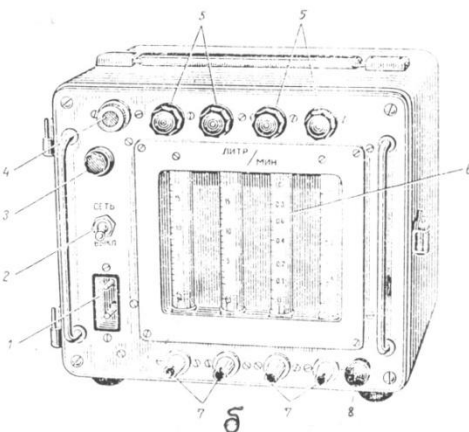
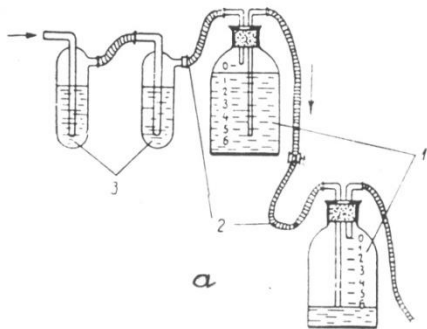
В практиці санітарного нагляду за забрудненням атмосферного повітря, повітря населених приміщень, повітря робочої зони виробничих підприємств розроблено, в основному, дві групи методів – лабораторні та експресні.

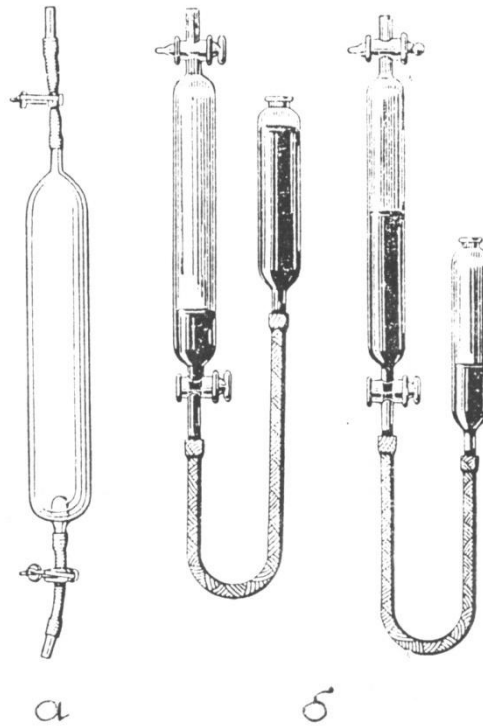
Для лабораторних методів використовується аспіраційний метод відбору проб, сутність якого полягає у протягуванні за допомогою водяного аспіратора (мал. 10.1-а), пилососа, чи електроаспіратора (мал. 10.1-б) певного об'єму повітря через елективні поглинаючі розчини, вміщені в поглинаючі прилади різних конструкцій (мал. 10.2). Досліджуване повітря через довгу трубку такого приладу попадає в поглинаючий розчин, а потім через коротку трубку витягується аспіратором. Використовують також кристалічні поглинаючі реактиви, які вміщують в трубки – алонжі певної форми.

Кількість протягнутого через поглинаючий розчин чи алонж повітря визначається за допомогою газового лічильника, рідинного реометра (мал. 10.3) чи кулькового ротаметра, які визначають швидкість аспірації повітря в л./хв. Лічильник чи реометр підключаються послідовно між поглинаючим приладом і аспіратором. Необхідну кількість повітря для конкретного хімічного аналізу визначають згідно додатку 2.

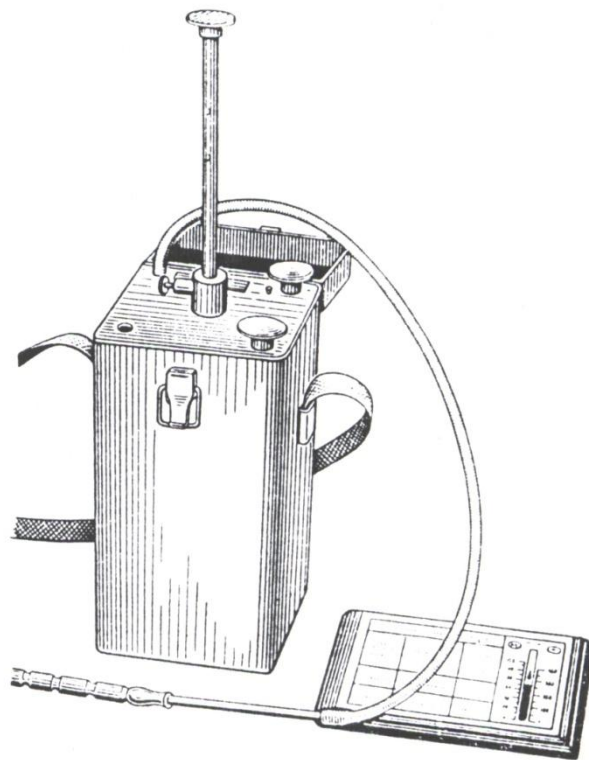
Проби повітря для лабораторного аналізу можна відбирати також у судини певної ємності, продуваючи їх повітрям досліджуваного приміщення, або методом виливання з судини в цьому приміщенні води. Для цього використовують газові піпетки, сулії та інше.

Для експресних методів використовуються універсальний газоаналізатор УГ-2, газоаналізатор ГМК-3 та інші.





Мал. Відбір проб повітря в газові піпетки:
а – шляхом підсосу або виливання води; б – методом сифону.



Мал. 10.5. Універсальний газоаналізатор УГ-2 з колористичною лінійкою

Зразок задачі по розрахунку об'єму повітря, необхідного для хімічного аналізу та приведення його до нормальних умов

Розрахувати, який об'єм повітря необхідно відібрати для визначення парів бромиду, якщо чутливість методу 0,002 мг, гранично допустима разова концентрація парів бромиду у виробничому цеху підприємства 0,5 мг/м³ або 0,0005 мг/л. Загальний об'єм поглинаючого розчину становить 4 мл, а для аналізу береться 2 мл. Коефіцієнт, виражаючий частину ГДК, підлягаючу визначенню, дорівнює 0,5.

Температура повітря в момент відбору проби 20°C, атмосферний тиск 750 мм рт.ст.

Розрахунок необхідного об'єму повітря виконується за формулою:

$$V_0 = \frac{a \cdot V}{K \cdot C_0 \cdot V_1},$$

де: а – чутливість методу використання (мінімальна кількість речовини в міліграмах, яка визначається);

V – загальний об'єм поглинаючого розчину в мл;

K – загальний коефіцієнт, що відображає частину гранично допустимої концентрації, яка підлягає визначенню (1, 1/3 та інші);

C₀ – гранично допустима концентрація речовини в міліграмах на 1 м³;

V₁ – об'єм поглинаючого розчину, взятий для аналізу в мілілітрах.

Вирішення:
$$V_0 = \frac{a \cdot V}{K \cdot C_0 \cdot V_1} = \frac{0,002 \cdot 4}{0,5 \cdot 0,0005 \cdot 2} = \frac{0,008}{0,0005} = 16 \text{ л.}$$

Приведення взятих об'ємів повітря в літрах до нормальних умов

виконується за формулою Гей-Люсака:
$$V_0 = V_t \cdot \frac{273}{(273+T)} \cdot \frac{B}{760},$$

де V₀ – об'єм повітря в літрах приведений до нормальних умов (0° С і 760 мм рт.ст.);

V_t – об'єм повітря в літрах, відібраний при даній температурі і барометричному тиску;

273 – коефіцієнт розширення газів;

T – температура повітря під час відбору проби (° С);

B – атмосферний тиск під час відбору проби, мм рт.ст.

З метою полегшення розрахунків, значення складових формули

$$\frac{273}{(273+T)} \cdot \frac{B}{760} \text{ знаходять в таблиці 1.}$$

Вирішення:

$$V_0 = V_t \cdot \frac{273}{(273+T)} \cdot \frac{B}{760} = 16 \text{ л} \cdot \frac{273}{(273+20)} \cdot \frac{750}{760} = 16 \cdot 0,932 \cdot 0,987 = 14,72 \text{ л}$$

Таблиця

Коефіцієнти для приведення об'ємів повітря до нормальних умов.

Температура	$\frac{273}{(273 + T)}$	Барометричний тиск, мм рт. ст.	$\frac{B}{760}$	Температура	$\frac{273}{(273 + T)}$	Барометричний тиск, мм рт.ст.	$\frac{B}{760}$
- 4	1,015	741	0,975	16	0,945	761	1,00
- 3	1,011	742	0,976	17	0,941	762	1,00
- 2	1,007	743	0,978	18	0,938	763	1,00
-1	1,004	744	0,979	19	0,935	764	1,00
0	1,000	745	0,980	20	0,932	765	0,00
1	0,996	746	0,982	21	0,929	766	1,00
2	0,993	747	0,983	22	0,925	767	1,00
3	0,989	748	0,984	23	0,922	768	1,0
4	0,983	749	0,986	24	0,919	769	1,0
5	0,982	750	0,987	25	0,916	770	1,0
6	0,979	751	0,988	26	0,913	771	1,0
7	0,975	752	0,989	27	0,910	772	1,0
8	0,972	753	0,991	28	0,907	773	1,0
9	0,968	754	0,992	29	0,904	774	1,0
10	0,965	755	0,993	30	0,901	775	1,0
11	0,961	756	0,995	31	0,898	776	1,0
12	0,958	757	0,996	32	0,895	777	1,0
13	0,955	758	0,997	33	0,892	778	1,0
14	0,951	759	0,999	34	0,889	779	1,0
15	0,948	760	1,000	35	0,886	780	1,0

Додаток 16

Визначення хімічних забруднювачів повітря за допомогою універсального газоаналізатора УГ-2

Принцип роботи газоаналізатора – лінійно-колористичний: концентрацію хімічного забруднювача повітря визначають по довжині забарвлення індикаторного кристалічного реактиву в скляній трубці після протягування через нього певного об'єму досліджуваного повітря. Індикаторну трубку з реактивом накладають на колористичну лінійку, яка додається до приладу для кожного забруднювача повітря. На лінійці нанесені концентрації досліджуваної речовини в мг/м³.

Прилад дозволяє визначити 14 хімічних забруднювачів, які зустрічаються в промисловому виробництві: аміак, ацетон, ацетилен, бензин, бензол, ксилол, окис вуглецю, окиси азоту, сірчаний ангідрид, сірководень, толуол, вуглеводні нафти, хлор, етиловий ефір.

Для виконання аналізу готують індикаторні трубки з кристалічними реактивами, які додаються до приладу.

Порядок дослідження. На місці дослідження (в цеху, на робочих місцях, в місцях викидів забруднень), користуючись штоком з відповідним для даного

аналізу об'ємом повітря, приведеним на одній з чотирьох граней, витискують повітря з повітрязабірного сифону (гумової камери, розтягнутої пружиною). Після цього приєднують до гумової трубки приладу відповідну індикаторну трубку і протягують через неї необхідний об'єм повітря, звільнивши шток від утримуючої заціпки. Після цього індикаторну трубку накладають на колориметричну лінійку і по довжині частини реактиву, яка змінила колір (потемніла), визначають концентрацію досліджуваного забруднювача.

Гігієнічні показники санітарного стану та вентиляції приміщень

1. Хімічний склад атмосферного повітря: азоту – 78,1%; кисню – 21,0%; вуглекислого газу – 0,03-0,04%; інертних газів – 0,7-1,0%; вологи як правило від 40-60% до насичення; пил, мікроорганізми, природні та техногенні забруднення – у залежності від промислового розвитку регіону, типу поверхні (пустеля, заліснення та ін.)

2. Основні джерела забруднення повітря населених місць, виробничих приміщень – викиди промислових підприємств, автотранспорту; пило-, газоутворення промислових підприємств; метеорологічні фактори (вітри) та тип поверхонь регіонів (пилові бурі пустинних місць без зелені).

3. Джерела забруднення повітря житлових приміщень, приміщень комунально-побутового призначення, громадських - продукти життєдіяльності організму людей, які виділяються шкірою та диханням (продукти розкладення поту, шкіряного сала, змертвілого епідермісу, інші продукти життєдіяльності, які виділяються у повітря приміщення пропорційно кількості людей, терміну їх перебування у приміщенні та кількості вуглекислого газу, який накопичується у повітрі пропорційно перерахованим забруднювачам, а тому використовується як показник ступеню забруднення цими речовинами приміщення (тобто, як показник – індикатор цих забруднень).

4. Враховуючи, що через шкіру, дихання виділяються, в основному, органічні продукти обміну речовин, для оцінки ступеню забруднення повітря приміщень людьми було запропоновано визначати інший показник цього забруднення – окиснюваність повітря, тобто вимірювати кількість атомарного кисню, необхідного для окислення органічних сполук в 1 м³ повітря за допомогою титрованого розчину біхромату калію K₂Cr₂O₇.

Повітря вважається чистим, якщо цей показник не перевищує 4-6 мг/м³ кисню, витраченого на окислення органічних забруднювачів в одиниці об'єму повітря. В приміщеннях з дуже несприятливим санітарним станом окиснюваність повітря може досягати 20 і більше мг/м³.

5. Концентрація вуглекислого газу в приміщеннях збільшується пропорційно кількості людей та терміну їх перебування в приміщенні, але як правило, не досягає шкідливих для організмів рівнів, проте, як сказано вище, відображає ступінь забруднення повітря іншими продуктами життєдіяльності організму. І лише в замкнутих, недостатньо вентиляваних приміщеннях (сховищах, підводних човнах, підземних виробках, виробничих приміщеннях, каналізаційних системах і т.п.) за рахунок бродіння, горіння, гниття кількість вуглекислого газу може досягати концентрацій, небезпечних для здоров'я і навіть життя людини.

Дослідженнями М.П.Бресткіна та ряду авторів встановлено, що підвищення концентрації CO_2 до 2-2,5% не викликає помітних відхилень в самопочутті людини, її працездатності. Концентрації до 4% викликають підвищення інтенсивності дихання, серцевої діяльності, зниження працездатності. Концентрації до 5% супроводжуються задишкою, підсиленням серцевої діяльності, зниженням працездатності. 6% CO_2 сприяє зниженню розумової діяльності, виникненню головного болю, запаморочення, 7% може викликати нездатність контролювати свої дії, втрату свідомості і навіть смерть. 10% викликає швидку, а 15-20% миттєву смерть із-за паралічу дихання.

Для визначення концентрації CO_2 у повітрі розроблено кілька методів, серед яких метод Суботіна-Нагорського з гідроокисом барію, методи Реберга-Винокурова, Калмикова, інтерферометричний. Проте в санітарній практиці найбільш широко використовується портативний експресний метод Лунге-Цеккендорфа у модифікації Д.В.Прохорова (додаток 2).

Додаток 17

Визначення діоксиду вуглецю у повітрі експрес-методом Лунге-Цеккендорфа у модифікації Д.В. Прохорова

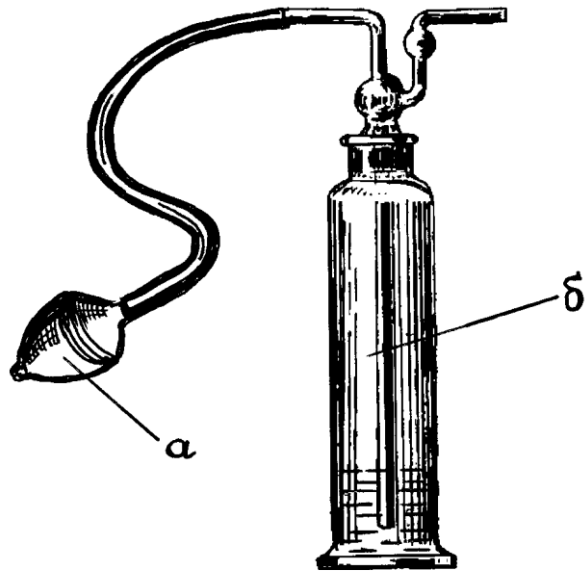
Принцип методу базується на продуванні досліджуваного повітря через титрований розчин вуглекислого натрію (або аміаку) в присутності фенолфталеїну. При цьому відбувається реакція $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{NaHCO}_3$. Рожевий у лужному середовищі, фенолфталеїн знебарвлюється після зв'язування CO_2 (кисле середовище).

Розведенням 5,3 г хімічно чистого Na_2CO_3 в 100 мл дистильованої води готують вихідний розчин, до якого додають 0,1% розчин фенолфталеїну. Перед аналізом готують робочий розчин розведенням вихідного розчину 2 мл до 10 мл дистильованою водою.

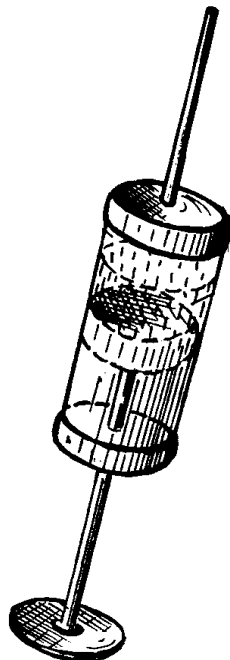
Розчин переносять в склянку, типу дрексельної за Лунге-Цеккендорфом (мал. 11.1-а) або в шприц Жане за Прохоровим (мал. 11.1-б). У першому випадку до довгої трубки склянки Дрекселя з витонченим носиком приєднують гумову грушу з клапаном чи невеликим отвором. Повільно стискаючи і швидко відпускаючи грушу, продувають через розчин досліджуване повітря. Після кожного продування склянку струшують для повного поглинання CO_2 з порції повітря. У другому випадку (за Прохоровим) у шприц, наповнений 10 мл робочого розчину соди з фенолфталеїном, тримаючи його канюлею догори, набирають повний об'єм повітря і також струшують. Рахують кількість об'ємів повітря, витрачених на знебарвлення розчину. Аналіз повітря проводять в приміщенні та за межами приміщення (атмосферне повітря).

Результат розраховують за зворотною пропорцією на підставі співставлення кількості витрачених об'ємів груш чи шприців та концентрації CO_2 в атмосферному повітрі (0,04%) та у конкретному досліджуваному приміщенні, де концентрація CO_2 невідома. Наприклад, у приміщенні витрачено 10 об'ємів груш, чи шприців, на вулиці – 50 об'ємів. Звідси, концентрація CO_2 у приміщенні $= (0,04 \times 50) : 10 = 0,2\%$

Гранично допустима концентрація (ГДК) CO_2 в житлових приміщеннях різного призначення встановлена в межах 0,07-0,1%, у виробничих приміщеннях, де CO_2 накопичується від технологічного процесу, до 1-1,5%.



Мал. Прилад для визначення концентрації CO_2 за Лунге-Цеккендорфом (а – гумова груша для продування повітря з клапаном; б – склянка Дрекселя з розчином соди з фенол-фталеїном)



Мал. . Шприц Жане для визначення концентрації CO_2 за Д.В.Прохоровим

Методика визначення та гігієнічної оцінки показників повітрообміну та вентиляції приміщень

Повітря населених людьми приміщень вважається чистим, якщо концентрація CO₂ не перевищує гранично допустимих концентрацій – 0,07% (0,7‰) по Петенкоферу або 0,1% (1,0‰) по Флюге.

На цій підставі розраховується необхідний об'єм вентиляції – кількість свіжого повітря, яке повинно поступати в приміщення, щоб концентрація CO₂ не перевищила приведених нормативів. Його розраховують за формулою:

$$V = \frac{K \cdot n}{P - P_1}$$

де: V – об'єм вентиляції, м³/годину;

K – кількість CO₂, що виділяє одна людина за одну годину (у спокої 21,6 л/год; уві сні – 16 л/год; при виконанні роботи різної важкості – 30-40 л/год);

n – кількість людей у приміщенні;

P – гранично допустима концентрація CO₂ в проміллях (0,7 чи 1,0‰);

P₁ – концентрація CO₂ в атмосферному повітрі в проміллях (0,4‰).

При розрахунку кількості CO₂, яку виділяє одна людина за одну годину, виходять з концентрації її у видихаємому повітрі (4 %), кількості вдихів-видихів за хвилину і за годину (у спокої – 18 вдихів за хвилину x 60 = 1080 та об'єму видихнутого повітря – 0,5 л за один видих, що загалом складає:

$$1080 \cdot 0,5 = 540 \text{ л/годину.}$$

За пропорцією: 4 л – 100 л, x – 540 л, кількість видихнутого CO₂ складе:

$$x = \frac{540 \cdot 4}{100} = 21,6 \text{ л/годину}$$

При фізичних навантаженнях пропорційно їх важкості та інтенсивності зростає кількість дихальних рухів, а тому зростає і кількість видихуваного CO₂ та необхідний об'єм вентиляції.

Необхідна кратність вентиляції – число, яке показує, скільки разів повітря приміщення повинно замінюватися свіжим повітрям, щоб концентрація CO₂ не перевищувала гранично допустимі рівні.

Необхідну кратність вентиляції знаходять шляхом ділення розрахованого необхідного об'єму вентиляції на кубатуру приміщення.

Фактичний об'єм вентиляції знаходять шляхом визначення площі вентиляційного отвору і швидкості руху повітря в ньому (фрамуга, кватирка). При цьому враховують, що через пори стін, щілини в вікнах та дверях у приміщення проникає об'єм повітря, близький до кубатури приміщення і його потрібно додати до об'єму, що проникає через вентиляційний отвір.

Фактичну кратність вентиляції розраховують діленням фактичного об'єму вентиляції на кубатуру приміщення.

Співставляючи необхідні та фактичні об'єм і кратність вентиляції, оцінюють ефективність обміну повітря у приміщенні.

Нормативи кратності обміну повітря в приміщеннях різного призначення

Приміщення	Кратність обміну повітря, год	
	витяжка	приток
БНіП 2.08.02-89 – лікарняні приміщення		
Палата дорослих	80 м ³ на 1 ліжко	
Передпологова, перев'язувальна	1,5 рази/год	2 рази/год
Пологова, операційна, передопераційна	8 разів/год	
Післяпологова палата	80 м ³ на 1 ліжко	
Палата для дітей	80 м ³ на 1 ліжко	
Бокс, напівбокс	2,5 рази/год в коридор	2,5 рази/год
Кабінет лікаря	1 раз/год	1 раз/год
БНіП 2.08.01-89 – житлові приміщення		
Житлова кімната		3 м ³ /год на 1 м ² площі
Кухня газифікована		90 м ³ /год
Туалет, ванна кімната		25 м ³ /год
ДБН В. 2.2-3-97 – Будинки і споруди навчальних закладів		
Клас, кабінет	16 м ³ на 1 людину	1 раз/год
Майстерня	20 м ³ на 1 людину	1 раз/год
Спортзала	80 м ³ на 1 людину	1 раз/год
Учительська		1,5 раз/год

Необхідний об'єм і кратність вентиляції покладені також в основу наукового обґрунтування норм житлової площі. Враховуючи, що при закритих вікнах і дверях, як сказано вище, через пори стін, щілини у вікнах та дверях у приміщення проникає об'єм повітря, близький до кубатури приміщення (тобто, його кратність дорівнює ~ 1 раз/годину), а висота приміщення в середньому дорівнює 3 м, норма площі на 1 людину складає:

- по Флюгге (ГДК CO₂=1‰)

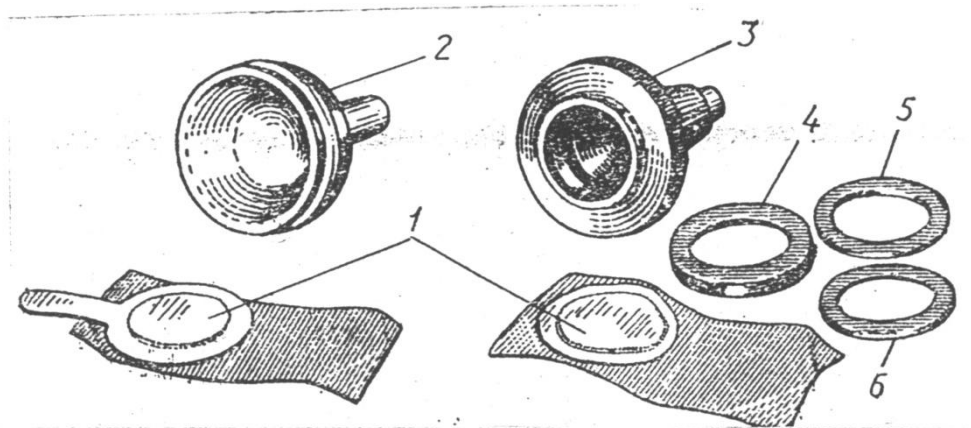
$$S = \frac{K \cdot n}{(P - P_1) \cdot h} = \frac{21,6 \cdot 1}{(1 - 0,4) \cdot 3} = 12 \text{ м}^2/\text{людину};$$

- по Петенкоферу (ГДК CO₂=0,7‰)

$$S = \frac{21,6 \cdot 1}{(0,7 - 0,4) \cdot 3} = 24 \text{ м}^2/\text{людину}.$$

Аспіраційні методи визначення запиленості повітря

3.1. Аспіраційно-ваговий метод полягає в протягуванні певного об'єму повітря за допомогою електроаспіратора Мігунова або пилососа з реометром (прилад, який показує швидкість аспірації) через аерозольний фільтр АФА-В-18 з нетканого синтетичного фільтрувального полотна Петрянова (ФПП), закріпленого в спеціальному лійкоподібному алонжі (мал.)



Мал. . Касети та алонжі для відбору проб повітря на фільтри.

1 – фільтр з тканини ФПП; 2 – пластмасовий алонж з фільтром;
3 – металевий алонж; 4 – корпус касети; 5 – гайка касети; 6 - кільце прокладки.

Фільтр (без паперового фіксуючого кільця) зважують на аналітичних або торзійних терезах до і після аспірації повітря.

Тривалість відбору проб повітря залежить від ступеня запиленості повітряного середовища, швидкості аспірації повітря при відборі проб, необхідної мінімальної наважки на фільтрі і визначають за формулою:

$$T = a \cdot 1000 / C \cdot W,$$

де: T – час аспірації повітря, хв.;

a – мінімальна необхідна наважка пилу на фільтрі, мг;

C - ГДК досліджуваного пилу, мг/м³;

W – швидкість аспірації повітря л/хв.

При невеликій власній масі фільтра (до 100 мг) максимальний доважок повинен бути на більше ніж 25-50 мг.

Розрахунок концентрації пилу (мг/м³) проводять за формулою :

$$C = (q_2 - q_1) \times 1000 / V_0,$$

де: C – концентрація пилу мг/м³;

q_1 – маса фільтра до аспірації повітря;

q_2 – маса фільтра після аспірації повітря;

V_0 – об'єм повітря, приведений до нормальних умов за формулою Гей-Люсака.

3.2. Аспіраційно-лічильний метод використовується у двох варіантах.

У першому варіанті фільтри АФА, використані для визначення масового вмісту пилу у повітрі, накладають фільтруючою поверхнею на предметне скло і тримають кілька хвилин над парами ацетону до розплавлення тканин фільтра до прозорої плівки, в якій під мікроскопом добре видно фіксовані пилові частинки.

Препарати, отримані як седиментаційним, так і аспіраційним способом, досліджують під мікроскопом за допомогою окулярного мікрометра, який являє собою лінійку, нанесену на кругле скло з діаметром, що дорівнює внутрішньому діаметрові окуляра мікроскопа.

Для визначення розмірів пилових частинок слід установити ціну поділки мікрометричної лінійки. Для цього в окуляр мікроскопа поміщають окулярний мікрометр з поділками від 0 до 50. Об'єктивний мікрометр з ціною поділки 10 мкм фіксують на предметному столику мікроскопа. Потім суміщають поділки окулярного мікрометра з будь якою поділкою об'єктивного мікрометра. За кількістю поділок окулярного мікрометра, що потрапили у певну кількість поділок об'єктивного мікрометра, визначають ціну поділки окулярної шкали. (мал. 12.3).

Наприклад, 12 поділок шкали окулярного мікрометра співпадають з однією поділкою шкали об'єктивного мікрометра, яка дорівнює 10 мкм. Звідси, одна поділка окулярного мікрометра дорівнює $\frac{10}{12} = 0,83$ мкм.

Зберігаючи ту ж саму оптичну систему, визначають розміри пилових часток, помістивши предметне скло з пилом замість об'єктив-мікрометра. Наприклад, найбільший розмір пилової частинки відповідає трьом поділкам шкали окулярного мікрометра, звідси розмір цієї пилинки становить $0,83 \times 3 = 2,49$ мкм.

В різних ділянках поля зору мікроскопа визначають розміри не менше 100 – 300 пилових часток, групують їх кількість за розмірами (заносять в табл. 2) і розраховують пилову формулу – відсоткове співвідношення пилових часток за розмірами до їх загальної кількості. Пилова формула дозволяє оцінити ступінь небезпеки пилу для легеневої системи: чим більший відсоток мілкодисперсного пилу, тим він небезпечніший з точки зору розвитку пневмоконіозів чи загальнотоксичної дії.

Розрахунок пилової формули

Розмір пилинок, мкм	Кількість пилинок	Відсотки
До 2		
2...5		
5...10		
Понад 10		
Загальна кількість		100 %

5. Література

5.1. Основна:

5.1.1. 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. 48-87; 138-142; 507-530.

5.1.2. Общая гигиена. Пропедевтика гигиены. / Е.И.Гончарук, Ю.И. Кундиев, В.Г. Бардов и др. – К.: Вища школа, 2000 – С. 8-96; 155-161; 593-624.

5.1.3. Даценко І.І., Габович Р.Д. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології. 2-ге вид. – К.: Здоров'я, 2004 – С. 14-74.

5.1.4. Даценко І.І., Габович Р.Д. Основи загальної та тропічної гігієни. – К.: Здоров'я, 1995 – С. 6-11.

5.1.5. Габович Р.Д., Познанский С.С., Шахбазян Р.Х. Гигиена. – К.: Вища школа, 1983. – С. 5-11.

5.1.6. Даценко І.І. та інші. Загальна гігієна: Посібник для практичних занять. /За ред. І.І. Даценко. – Львів: Світ, 2001. – 472 с.

5.2. Додаткова:

5.2.1. Минх А.А. Методы гигиенических исследований. – М.: Медицина, 1971 – С. 584.

5.2.2. Даценко І.І. Гігієна та екологія людини. Навчальний посібник. – Львів: “Афіша”, 2000. – 247с.

5.2.3. Бардов В.Г., Сергета І.В. Загальна гігієна та екологія людини. (Навчальний посібник). – Вінниця: „Нова книга”, 2002. – 216 с.

6. Оснащення заняття

1. Прилади для вимірювання фізичних факторів (термометри, психрометри, анемометри, люксметри, шумоміри, дозиметри, радіометри та ін.).

2. Прилади і оснащення для хімічних методів досліджень (фотоелектроколориметр, зразки реактивів, хімічної посуду та ін.).

3. Прилади для бактеріологічних досліджень (прилад Кротова, мікроскоп та ін.).

4. Прилади для фізіолого-гігієнічних досліджень (біодозиметр Горбачова, адаптометр, аудіометр, ергограф та ін.).