

# **ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.**

**ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ**

**ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ**

**«БАКАЛАВР»**

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

**ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.  
ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ  
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»**

Лабораторний практикум

Вінниця  
ВНТУ  
2021

**УДК 658.382.3**  
**О-75**

**Автори:**

Дембіцька С. В., Кобилянська І. М., Кобилянський О. В., Пугач С. С.

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 11 від 25.02.2021 р.)

**Рецензенти:**

**Н. М. Горбатюк**, доктор педагогічних наук, професор

**М. Й. Бурбело**, доктор технічних наук, професор

**С. В. Павлов**, доктор технічних наук, професор

**Основи** охорони праці. Лабораторний практикум для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» : лабораторний практикум / Дембіцька С. В., Кобилянська І. М., Кобилянський О. В., Пугач С. С. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 192 с.

**ISBN 978-966-641- - -**

У практикумі для здобувачів вищої освіти бакалаврського рівня всіх спеціальностей розглядаються питання з дисципліни «Безпека життєдіяльності та основи охорони праці» модуля 2 «Основи охорони праці». Розглянуто вісім практичних і чотири лабораторних роботи з усіх розділів модуля 2.

До кожної роботи наведено потрібні теоретичні відомості, опис приладів та обладнання, які використовуються при дослідженні, задачі досліджень, а також методика проведення робіт. В додатках наведені нормативні вимоги та вихідні дані для виконання робіт.

УДК 658.382.3

**ISBN 978-966-641- - -**

© ВНТУ, 2021

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>Розділ 1 ПРАКТИЧНІ РОБОТИ</b> .....	6
1. Надання домедичної допомоги під час травмування на робочому місці Практична робота № 1 .....	6
2. Атестація робочого місця. Практична робота № 2 .....	13
3. Розрахунок площі адміністративних і побутових приміщень. Практична робота № 3 .....	21
4. Дослідження мікроклімату виробничих приміщень. Практична робота № 4 .....	32
5. Розрахунок економічної та соціальної ефективності заходів з охорони праці. Практична робота № 5 .....	40
6. Визначення видів та кількості первинних засобів пожежогасіння. Практична робота № 6 .....	51
7. Оцінювання можливих наслідків аварії на об'єкті з сильнодіючими отруйними речовинами. Практична робота № 7 .....	61
8. Оцінювання можливих наслідків аварії на вибухонебезпечному об'єкті. Практична робота № 8 .....	76
<b>Розділ 2 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ</b> .....	88
9. Дослідження та аналіз метеорологічних умов на робочих місцях. Лабораторна робота № 1 .....	88
10. Дослідження ефективності освітлення у виробничих приміщеннях. Лабораторна робота № 2 .....	102
11. Дослідження виробничого шуму. Лабораторна робота № 5 .....	117
12. Дослідження напруги дотику та кроку Лабораторна робота № 7 .....	131
<b>ДОДАТКИ</b> .....	143

## ВСТУП

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Саме від якості управління охороною праці, ефективності контролю та нагляду за дотриманням законодавства про працю України залежить рівень охорони праці в Україні

Праця має велике соціальне значення для нашого суспільства. Постійний розвиток, удосконалення виробництва, новації – все це великий крок на шляху до розвинутої, правової держави. На сьогодні є нагальною потреба в покращенні стану охорони праці в Україні шляхом вдосконалення та поліпшення умов праці, зменшення виробничого травматизму, удосконалення управління працею, покращення нагляду та контролю за дотриманням законодавства про працю України.

З огляду на це, формування мотивації щодо створення безпечних умов праці та збереження здоров'я працівника в процесі його фахової діяльності є пріоритетними питаннями професійного розвитку особистості. Адже створення безпечних умов праці підвищує загальну продуктивність праці персоналу і позитивно впливає на економічний та соціальний результати роботи підприємства

Опанувавши методику виконання лабораторних та практичних робіт, студент має вміти порівнювати експериментальні заміри параметрів умов праці з нормативними й робити висновки про можливість або неможливість праці в таких умовах, а також намічати заходи та засоби щодо доведення їх до нормативних параметрів.

## Основні вимоги до виконання практичних (лабораторних) робіт

Звіт до кожної лабораторної роботи може бути оформлений окремо на стандартних аркушах формату А4, де перша сторінка має бути титульною і мати нижченаведений вигляд.

<p>Міністерство освіти і науки України Вінницький національний технічний університет</p> <p>Кафедра БЖДПБ</p> <p><b>ЗВІТ</b> з практичної (лабораторної) роботи № _ з дисципліни «Основи охорони праці» <i>Назва лабораторної роботи</i></p> <p>Виконав: ст. гр. 2ТМ-97 ФМТ Бойко М.П.</p> <p>Дата: _____ Прийняв: _____</p> <p>Вінниця 2021</p>
--

На наступному аркуші вказується мета роботи та наводяться потрібні теоретичні відомості, формули і таблиці.

Звіти до лабораторних (практичних) робіт можуть бути оформлені в одному зошиті, де перша сторінка має бути титульною, на якій зазначають

<p><b>ЗВІТИ</b></p> <p>до лабораторних робіт з дисципліни «Основи охорони праці»</p> <p>Виконав Бойко М. П. гр. 2ТМ-97 ФМТ</p>
--

Звіт до кожної лабораторної роботи починається з нового аркуша, де вказується номер роботи, її назва, мета роботи, потрібні теоретичні відомості, формули і таблиці, інші дані відповідно до рекомендацій кожної лабораторної чи практичної роботи. В кінці ставиться дата виконання лабораторної роботи.

Після захисту студентом лабораторної роботи викладач має поставити відповідну відмітку.

## РОЗДІЛ 1 ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

### 1 НАДАННЯ ДОМЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ПІД ЧАС ТРАВМУВАННЯ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ

#### Практична робота № 1

**Мета роботи:** опанування принципів надання першої домедичної допомоги потерпілому в разі нещасного випадку на підприємстві.

Для досягнення вказаної мети студенту потрібно:

1. Ознайомитися з наведеними теоретичними відомостями;
2. Вивчити порядок проведення експерименту;
3. Виконати завдання за відповідним варіантом;
4. Дати відповіді на всі контрольні питання, користуючись рекомендованою літературою;
5. Оформити звіт, зробивши відповідні висновки щодо виконаної роботи.

#### 1.1 Підготовка та оформлення звіту

Звіт має бути виконаний в зошиті або на аркушах А4 та вміщувати:

1. Назву практичної роботи;
2. Мету роботи;
3. Короткі теоретичні відомості (1...1,5 с.);
4. Виконане відповідно до експериментальної частини завдання;
5. Загальні висновки за результатами виконаної роботи.

#### 1.2 Теоретичні відомості

Перша невідкладна домедична допомога потерпілому є не тільки запорукою успішного подальшого лікування, а й, найчастіше, фактором порятунку людського життя. Бувають ситуації, коли найпростіші дії, виконані швидко і правильно, рятують життя. Саме тому так важливо, щоб кожна людина вміла правильно і в найкоротші терміни надати першу невідкладну домедичну допомогу тим, хто її потребує, а інколи й сама собі.

Сучасне виробництво містить високотехнологічне обладнання, автоматизовані лінії та інші засоби, завдяки яким відбувається виробничий процес. Персонал, який обслуговує виробництво, має бути забезпечений можливістю надання своєчасної домедичної допомоги в разі надзвичайної ситуації чи загострення хвороби. У цьому випадку навички надання домедичної допомоги працівниками стають надважливими.

*Домедична допомога* – це невідкладні дії та організаційні заходи, спрямовані на врятування та збереження життя людини у невідкладному

стані та мінімізацію наслідків впливу такого стану на її здоров'я, що здійснюються на місці події особами, які не мають медичної освіти, але за своїми службовими обов'язками зобов'язані мати основні навички з рятування та збереження життя людини, яка перебуває у невідкладному стані, та, відповідно до закону, зобов'язані здійснювати такі дії та заходи.

*Екстрена медична допомога* – це медична допомога, яка полягає у здійсненні працівниками системи екстреної медичної допомоги, відповідно до Закону України «Про екстрену медичну допомогу» невідкладних організаційних, діагностичних та лікувальних заходів, спрямованих на врятування і збереження життя людини у невідкладному стані та мінімізацію наслідків впливу такого стану на її здоров'я.

Тобто, до прибуття медичних працівників підприємства або ж фахівців екстреної медичної допомоги працівники мають надати постраждалому потрібну допомогу відповідно до встановлених 29 Порядків надання домедичної допомоги особам при невідкладних станах (затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 16 червня 2014 р. № 398). Для успішної допомоги замало лише бажання її надати – потрібно мати практичні навички та чіткий алгоритм дій.

Відповідно до зазначеного документа було затверджено такі порядки:

- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при раптовій зупинці серця;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при серцевому нападі;
- порядок проведення серцево-легеневої реанімації з використанням автоматичного зовнішнього дефібрилятора;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при підозрі на пошкодження хребта;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при підозрі на травму голови (черепно-мозкова травма);
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при підозрі на пошкодження живота;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при підозрі на інсульт;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при підозрі на травму грудної клітки;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при підозрі на перелом кісток кінцівок;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при рані кінцівки, зокрема ускладненій кровотечею;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при травматичній ампутації;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при позиційному стисканні м'яких тканин;



- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при підозрі на шок;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при порушенні прохідності дихальних шляхів – обтурації стороннім тілом;
- порядок надання домедичної допомоги при наявності декількох постраждалих;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при підозрі на гостре отруєння невідомою речовиною;
- порядок надання психологічної підтримки постраждалим при надзвичайній ситуації;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим з опіками;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим з переохолодженням/відмороженням;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при утопленні;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при перегріванні;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при травмах та пошкодженнях очей;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при укусах тварин та комах;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при падінні з висоти;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при дорожньо-транспортних пригодах;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при ураженні електричним струмом та блискавкою;
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим при судомах (епілепсії);
- порядок надання домедичної допомоги постраждалим без свідомості;
- порядок надання домедичної допомоги особам при підозрі на передозування опіоїдами.

Відповідно до ст. 18 Закону України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 р. № 2694-ХІІ: «Працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи зобов'язані проходити за рахунок роботодавця інструктаж, навчання з питань охорони праці, з надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків і правил поведінки у разі виникнення аварії». Найчастіше ці інструктажі проводять фахівці з охорони праці. Однак, відповідно до п. 5.1 Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці (НПАОП 0.00-4.12-05), затвердженого наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26 січня 2005 р. № 15, навчання мають проводити фахівці з медичною освітою.

На даний час законодавством передбачені програми підготовки та підвищення кваліфікації I, II, III рівнів, які мають, відповідно, 8, 48, 120 навчальних годин. Навчальна година складає 60 хвилин. Тривалість щоденного навчання не має перевищувати 8 годин (накази Міністерства охорони здоров'я України «Про організацію навчання окремих категорій немедичних працівників навичкам надання першої невідкладної медичної допомоги» від 2 березня 2009 р. № 132 та «Про удосконалення підготовки з надання домедичної допомоги осіб, які не мають медичної освіти» від 29 березня 2017 р. № 346). Періодичність підвищення кваліфікації немедичних працівників встановлена 1 раз на 3 роки. Основою всіх тренінгів має бути «алгоритм базової підтримки життя» (Basic Life Support).

Протокол BLS (Basic Life Support – базове підтримання життя) був розроблений Американською Асоціацією Серця (American Heart Organisation) разом з Європейською Радою Реанімації (European Resuscitation Council). Він є загальноприйнятим у більшості країн світу. В низці міжнародних досліджень було доведено – виконання рекомендацій даного протоколу підвищує виживання до 75%.

Алгоритм базової підтримки життя (Basic Life Support) наведений нижче.

1. Розпізнавання зупинки дихання та кровообігу.
2. Порядок виклику бригади швидкої допомоги.
3. Проведення якісної серцево-легеневої реанімації.
4. Використання АЗД (автоматичного зовнішнього дефібрилятора).
5. Допомога при обструкції дихальних шляхів стороннім тілом (прийом Геймліха).

Також потрібно відпрацьовувати навички щодо:

- зупинки кровотечі з кінцівок методом прямого тиску на рану, накладання тиснучої пов'язки та джгута (Есмарха та турнікета);
- допомоги при: травмах опорно-рухового апарату (забої, вивихи та переломи); термічних ураженнях; судомах; порушеннях мозкового кровообігу (інсульт) та серцевого (інфаркт).

Ще один важливий момент – це комплектація аптечки домедичної допомоги. Вона має бути укомплектована відповідно до специфіки даного виробництва та надати можливість зберегти життя і здоров'я потерпілого до прибуття фахівців екстреної медичної допомоги. Перед формуванням набору в аптечку потрібно виявити можливі загрози й ураження, що можуть бути на території цеху, виробничого майданчика та в приміщеннях підприємства.

Аптечки мають бути розміщені таким чином, щоб від місця події до аптечки можна було дістатися за найкоротший проміжок часу. Як приклад, на кожному підприємстві є пожежні щити та розташовані вогнегасники. А отже, аптечки домедичної допомоги треба розташовувати в тих же місцях з обов'язковим позначанням міжнародним знаком First Aid (білий хрест на зеленому тлі).

Набір домедичної допомоги має містити нижчезказані складові.

1. Засоби індивідуального захисту (гумові або нітрилові рукавички).
2. Кровоспинний засіб – джгут (гумовий типу Есмарха та/або джгут-турнікет «Спас», «Січ»).
3. Велика кількість перев'язувального матеріалу: марлевий відріз, серветки 45 × 29 см, пластир в котушці.
4. Бинти еластичні та сучасний перев'язувальний пакет (trauma bandage).
5. Серветки проти опіків.
6. Косинка медична (не менш як 100 × 100 см).
7. Гнучка шина типу SamSplint.
8. Налобний ліхтар для допомоги в умовах темряви.
9. Асептичні засоби (хлоргексидин), якщо аптечка перебуває в умовах зберігання 0-25 °С.
10. Маска-клапан (або плівка-клапан) для штучного дихання «рот у рот».

Будь-який набір аптечки потрібно розбирати на навчанні, працівники мають вміти користуватися тими медикаментами та приладдям, що містяться в цьому наборі.

Найчастіше на виробництві людина зазнає таких пошкоджень, як:

- раптова зупинка кровообігу внаслідок серцевої недостатності або інсульту;
- поранення з критичною кровотечею (венозною чи артеріальною);
- опіки різних частин тіла та обличчя;
- травми опорно-рухового апарату;
- пошкодження хребта.

Більшість цих випадків потребує негайного виклику служби екстреної медичної допомоги та допомоги потерпілому на місці події.

### **1.3 Практична частина**

1. Ознайомитись і засвоїти теоретичний матеріал з надання першої невідкладної домедичної допомоги.

2. На основі наведеного вище теоретичного матеріалу узагальнити основний матеріал у вигляді таблиці, обсяг якої має становити не більше двох-трьох сторінок (тобто, розробити спеціальну пам'ятку, яка має бути завжди під рукою) (таблиця 1.1).

3. Скласти перелік можливих загроз, травм та нещасних випадків в обраній Вами професії. Скомплектувати відповідно до цього аптечку першої домедичної допомоги.

4. Описати алгоритм надання першої домедичної допомоги (згідно з варіантом, таблиця А.1, додаток А).

Таблиця 1.1 – Інструкція з надання першої невідкладної домедичної допомоги

Ч.ч.	Небезпечна ситуація	Коротка інструкція
Приклад		
1	Штучне дихання	Визначити стан потерпілого (звільнити від одягу, що заважає; забезпечити правильне положення, перевірити ротову порожнину; покласти серветку на рот потерпілому; закрити ніс і зробити глибокий вдих; вдування робити різко 10–12 раз на хвилину (тобто через 5–6 секунд); контроль за станом потерпілого.
....	....	.....

#### 1.4 Контрольні питання

1. Принципи надання першої домедичної допомоги.
2. Які нормативні акти регулюють питання щодо надання домедичної допомоги на підприємстві?
3. Професійні захворювання і причини їх виникнення.
4. Виробничий травматизм і причини його виникнення.
5. Як відбувається навчання персоналу принципам надання домедичної допомоги?
6. Як формується аптечка на підприємстві?
7. Що таке протокол BLS та в чому його зміст?
8. Охарактеризуйте порядок надання домедичної допомоги постраждалим при раптовій зупинці серця.
9. Охарактеризуйте порядок проведення серцево-легеневої реанімації.
10. Охарактеризуйте порядок надання домедичної допомоги постраждалим при підозрі на пошкодження хребта.
11. Схарактеризуйте порядок надання домедичної допомоги постраждалим при підозрі на травму голови (черепно-мозкова травма).
12. Охарактеризуйте порядок надання домедичної допомоги постраждалим при підозрі на інсульт.
13. Охарактеризуйте порядок надання домедичної допомоги постраждалим при травматичній ампутації.
14. Охарактеризуйте порядок надання домедичної допомоги постраждалим при підозрі на гостре отруєння невідомою речовиною.
15. Охарактеризуйте порядок надання домедичної допомоги постраждалим з опіками.
16. Охарактеризуйте порядок надання домедичної допомоги постраждалим з переохолодженням/відмороженням.
17. Охарактеризуйте порядок надання домедичної допомоги постраждалим при утопленні.

18. Охарактеризуйте порядок надання домедичної допомоги постраждалим при падінні з висоти.

19. Охарактеризуйте порядок надання домедичної допомоги постраждалим при судомах (епілепсії).

20. Охарактеризуйте порядок надання домедичної допомоги постраждалим при ураженні електричним струмом чи блискавкою.

### Список джерел

1. ДСТУ 3961-2000. Аптечка медична автомобільна. Загальні вимоги».
2. Закон України «Про екстрену медичну допомогу» від 5 липня 2012 р. № 5081-VI.
3. Наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України «Про прийняття національних стандартів України, гармонізованих з міжнародними стандартами, затвердження національних стандартів України, змін до національних стандартів України та скасування національного стандарту України» від 11 червня 2013 р. № 622.
4. Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про вдосконалення підготовки з надання домедичної допомоги осіб, які не мають медичної освіти» від 29 березня 2017 р. № 346.
5. Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про внесення змін до переліків лікарських засобів, затверджених наказом МОЗ від 7 липня 1998 р. № 187» від 7 вересня 1998 р. № 270.
6. Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження переліків лікарських засобів у медичних аптечках транспортних засобів» від 7 липня 1998 р. № 187.
7. Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження порядків надання домедичної допомоги особам при невідкладних станах» від 16 червня 2014 р. № 398.
8. Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про організацію навчання окремих категорій немедичних працівників навичкам надання першої невідкладної медичної допомоги» від 2 березня 2009 р. № 132.
9. Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про удосконалення підготовки з надання домедичної допомоги осіб, які не мають медичної освіти» від 29 березня 2017 р. № 346.
10. НПАОП 0.00-4.12-05 Типове положення про порядок навчання і перевірки знань з питань охорони праці.
11. Порядок надання домедичної допомоги особам при невідкладних станах, затверджений Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 16 червня 2014 р. № 398.
12. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження порядку підготовки та підвищення кваліфікації осіб, які зобов'язані надавати першу допомогу» від 21 листопада 2012 р. № 1115.

## 2 АТЕСТАЦІЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

### Практична робота № 2

**Мета роботи:** Опанування алгоритму проведення атестації робочого місця, надбання навиків аналізу умов виробничого середовища, виявлення наявних шкідливих та небезпечних факторів.

Для досягнення вказаної мети студенту при підготовці до практичної роботи потрібно:

1. Ознайомитися з наведеними теоретичними відомостями.
2. Вивчити алгоритм проведення атестації робочого місця, оформлення звітної документації.
3. Виконати завдання відповідно до варіанта.
4. Дати відповіді на всі контрольні питання.
5. Оформити звіт, зробивши висновки про відповідність або невідповідність виробничих умов нормативним вимогам.

#### 2.1 Підготовка та оформлення звіту

Звіт має бути зроблений в зошиті або на аркушах формату А4 та вміщувати:

1. Назву лабораторної роботи;
2. Мету роботи;
3. Короткі теоретичні відомості (1...1,5 с.). Характеристику професії та робочого місця, для якого проводиться атестація (відповідно до варіанта).
4. Оформлену відповідно до варіанта карту умов праці.
5. Загальні висновки за результатами виконаної роботи.

#### 2.2 Теоретичні відомості

##### *Основні положення щодо проведення атестації*

Одним із заходів соціального захисту працівників є своєчасно проведена атестація робочих місць зі шкідливими умовами праці, яка надає можливість встановити пільги та компенсації за роботу зі шкідливими та важкими умовами праці.

Атестація проводиться на підприємствах і в організаціях незалежно від форм власності й господарювання, де технологічний процес, використане устаткування, сировина і матеріали є джерелом шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що можуть негативно впливати на стан здоров'я працівників, їх наявного та майбутніх поколінь.

Постановою Кабінету Міністрів України «Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України та визнання такими, що втратили чинність, деяких актів Кабінету Міністрів України та Ради Міністрів УРСР» від 5 жовтня 2016 р. № 741 внесено зміни до Порядку

проведення атестації робочих місць за умовами праці, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 1 серпня 1992 р. № 442 [4].

Атестація проводиться атестаційною комісією, склад і повноваження якої визначаються відповідним наказом в строки, передбачені колективним договором, але не рідше одного разу на п'ять років. До складу комісії входить уповноважений представник виборного органу первинної профспілкової організації, а в разі відсутності профспілкової організації – уповноважена найманими працівниками особа.

Порядок та особливості проведення атестації на підприємстві визначаються відповідно до виданого наказу (рис. 2.1).

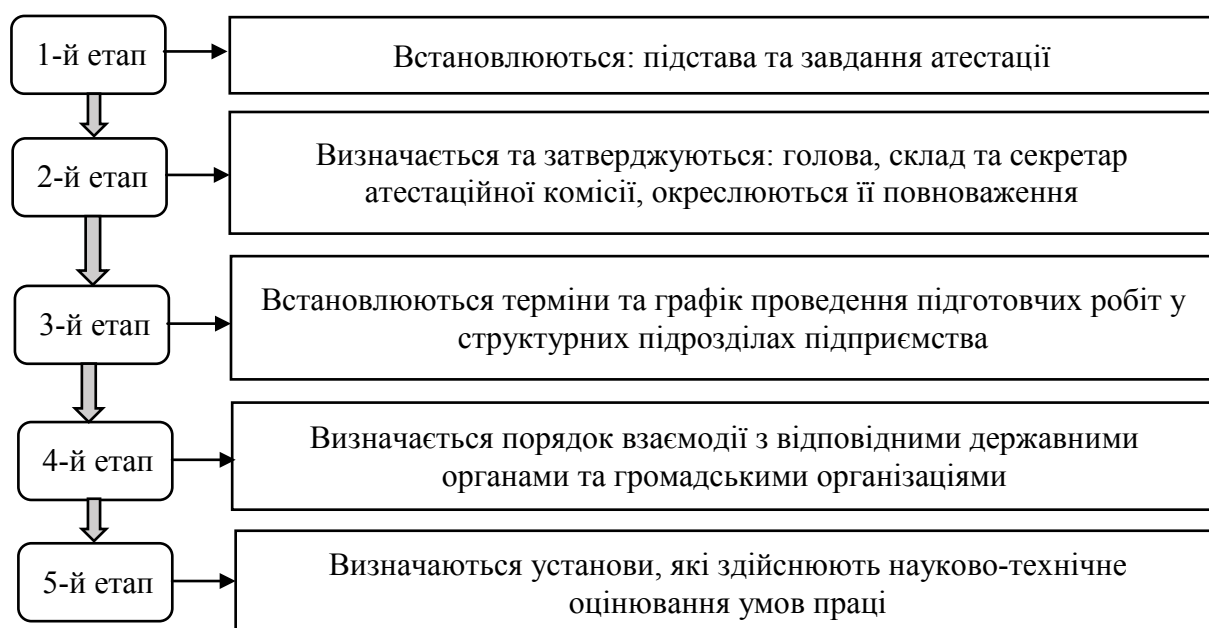


Рисунок 2.1 – Порядок організації проведення атестації робочого місця

*Завданням* атестації робочих місць є:

- встановлення наявності небезпечних і шкідливих виробничих факторів та причин виникнення несприятливих умов праці;
- дослідження санітарно-гігієнічного стану виробничого середовища, ступеня важкості та напруженості трудового процесу на робочому місці;
- оцінювання комплексного рівня негативних факторів виробничого середовища й характеру праці на відповідність стандартам безпеки праці, санітарним нормам і правилам;
- встановлення ступеня небезпеки та шкідливості праці відповідно до гігієнічної класифікації умов праці;
- встановлення або підтвердження права працівників на пільгове пенсійне забезпечення, додаткову відпустку, скорочений робочий день, інші пільги та компенсації за роботу в несприятливих умовах праці;

– складання списку робочих місць, виробництв, професій і посад з пільговим пенсійним забезпеченням працівників; перевірка правильності їхнього застосування;

– розробка комплексу технічних і організаційних заходів, спрямованих на нормалізацію умов праці та оздоровлення працівників.

Відповідальність за своєчасне та якісне проведення атестації покладається на керівника підприємства, установи та організації.

Позачергово атестація проводиться у разі докорінної зміни умов і характеру праці з ініціативи роботодавця, профспілкового комітету, трудового колективу або його виборного органу, органів Держпраці.

До проведення атестації можуть залучатися проектні та науково-дослідні організації, технічні інспекції праці профспілок, територіальні органи Держпраці. Гігієнічні дослідження факторів виробничого середовища та трудового процесу проводяться лабораторіями, атестованими Держпраці й МОЗ в порядку, визначеному Мінсоцполітики спільно з МОЗ.

Варто зауважити, що найбільш ефективним є залучення для проведення атестації організацій (науково-дослідних установ, експертно-технічних центрів тощо), які спеціалізуються на комплексному виконанні зазначених вище робіт, зокрема виконання санітарно-гігієнічних досліджень й оформлення результатів.

Лабораторно-інструментальні дослідження фізичних, хімічних, біологічних факторів та визначення психофізіологічних проводяться в процесі роботи працівників у характерних (типових) виробничих умовах, при справних засобах колективного та індивідуального захисту.

### ***Оцінювання умов праці та оформлення результатів***

Оцінювання умов праці під час атестації робочих місць проводиться з метою встановлення класів (ступенів) шкідливих умов праці відповідно до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затверджених наказом МОЗ України від 8 квітня 2014 р. № 248 [1].

Для організації атестації:

1. Створюється атестаційна комісія (відповідно до наказу);
2. Готується правова і нормативно-довідкова бази. Щоб визначити, які норми чи стандарти необхідно застосовувати при дослідженнях шкідливих і небезпечних виробничих факторів, спочатку потрібно визначити, які правила з охорони праці поширюються на той вид діяльності, в межах якого функціонує підприємство;
3. Складається перелік будівель і споруд, дільниць, що підлягають атестації, на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці;
4. Складається перелік шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища на робочих місцях працівників, які підлягають атестації;



5. Визначається обсяг досліджень шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища;

6. Визначається організація для проведення гігієнічних досліджень факторів виробничого середовища й трудового процесу та проводяться відповідні дослідження;

7. Визначається відповідність машин, механізмів, устаткування вимогам нормативних актів з охорони праці;

8. Оцінюється безпека технологічних процесів і дотримання норм технологічного розміщення обладнання.

Підсумки атестації робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці обговорюються на зборах трудового колективу. З урахуванням пропозицій працівників видається наказ, у якому визначаються:

- загальна кількість робочих місць, які не відповідають вимогам нормативно-правових актів з охорони праці;

- заходи для поетапного приведення робочих місць, які не відповідають вимогам нормативно-правових актів з охорони праці, відповідно до вимог нормативно-правових актів або виведення небезпечного обладнання з експлуатації.

Складається перелік професій та посад, що мають право на пільги та компенсації відповідно до:

- Списку № 1 виробництв, робіт, професій, посад і показників на підземних роботах, на роботах з особливо шкідливими і особливо важкими умовами праці, зайнятість у яких повний робочий день дає право на пенсію за віком на пільгових умовах та Списку № 2 виробництв, робіт, професій, посад і показників на роботах зі шкідливими і важкими умовами праці, зайнятість у яких повний робочий день дає право на пенсію за віком на пільгових умовах, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 24 червня 2016 р. № 461 [6];

- Списку виробництв, цехів, професій і посад зі шкідливими і важкими умовами праці, зайнятість працівників на роботах у яких дає право на щорічну додаткову відпустку, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 1997 р. № 1290 [7];

- Переліку виробництв, цехів, професій і посад зі шкідливими умовами праці, робота на яких дає право на скорочену тривалість робочого тижня, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 21 лютого 2001 р. № 163 [5].

За оцінку умов праці керівників підрозділів береться оцінка умов праці підлеглих працівників, якщо вони зайняті виконанням робіт в умовах, передбачених у Списках № 1 і № 2, як і їхні підлеглі, протягом повного робочого дня. Під повним робочим днем потрібно розуміти виконання робіт, передбачених списками, протягом не менше 80% робочого часу, що має підтверджуватися відповідними документами.

Результати досліджень оформляються протоколами (форма яких затверджена Наказом № 91 Міністерства охорони здоров'я України від 21 квітня 1999 р.). У протоколах фіксується гігієнічна оцінка умов праці шляхом зіставлення фактично встановлених показників із нормативними, а також визначається рівень шкідливості та небезпечності кожного фактора виробничого середовища й процесу за критеріями, передбаченими Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженою Міністерством охорони здоров'я України від 8 квітня 2014 р. № 248.

На підставі даних протоколів досліджень заповнюється один із основних документів атестації – Карта умов праці, яка оформляється на кожне визначене робоче місце або групу аналогічних місць відповідно до вимог Інструкції заповнення Карти умов праці при проведенні атестації робочих місць, затвердженої Міністерством праці України від 30 листопада 1992 р. № 06-41-48 та МОЗ України від 27 листопада 1992 р.

Карта умов праці є документом, що узагальнює результати атестації, в якому:

- зазначається сумарна кількість шкідливих або небезпечних факторів з кожного рівня відхилення від нормативу;
- надається гігієнічна оцінка умов праці, що визначає, до якого класу і якого рівня належать умови та характер праці на цьому робочому місці;
- оцінюються технічний та організаційний рівні робочого місця;
- фіксується висновок комісії про віднесення робочого місця до конкретного виду умов праці: з особливо шкідливими та особливо важкими умовами праці; зі шкідливими та важкими умовами праці; зі шкідливими умовами праці тощо.

На підставі комплексного оцінювання умов праці в Kartі умов праці наводяться рекомендації щодо поліпшення умов праці, їх економічне обґрунтування, а також пропозиції щодо встановлення пільг і компенсацій за роботу в шкідливих і небезпечних умовах. Карта умов праці підписується всіма членами атестаційної комісії, з її змістом ознайомлюють працівників, зайнятих на робочому місці.

Перелік робочих місць, виробництв, робіт, професій і посад, працівникам яких підтверджено право на пільги і компенсації, зокрема, на пільгове пенсійне забезпечення, передбачене законодавством, підписує голова комісії за погодженням з профспілковим комітетом. Він затверджується наказом по підприємству. Витяги з наказу додаються до трудової книжки працівників, професії і посади яких внесено до Переліку.

Матеріали атестації робочих місць є документами суворої звітності і зберігаються в лікарні протягом 50 років. З результатами атестації ознайомлюють працівників, зайнятих на атестованому робочому місці. Kartу умов праці підписують голова та члени комісії.

Можливі наслідки не проведення атестації відображені на рис. 2.2.

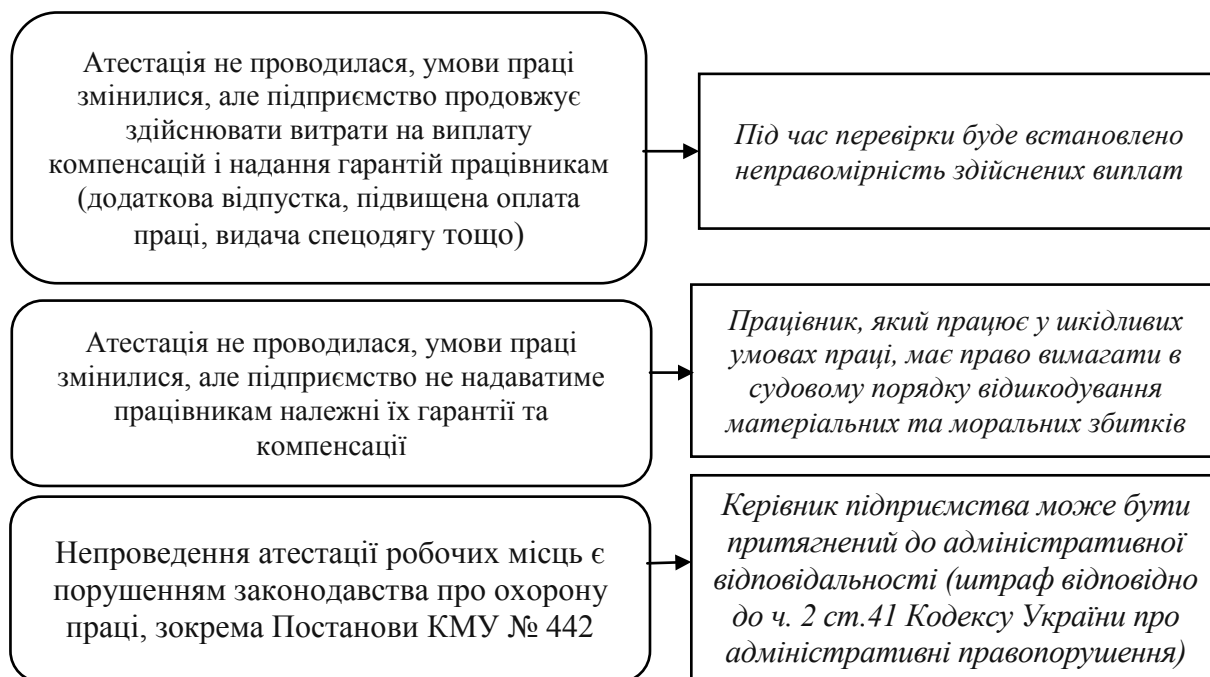


Рисунок 2.2 – Наслідки в разі не проведення атестації робочого місця (за матеріалами [5])

### 2.3 Практична частина

**Завдання 1.** Використовуючи вихідні дані (таблиця Б.11, додаток Б) провести оцінювання умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, використовуючи довідкові таблиці додатка Б. результати відобразити у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності

Фактор виробничого середовища та трудового процесу	Клас умов праці						
	Оптимальний 1	Допустимий 2	Шкідливий 3				Небезпечний 4
			1-й ступінь 3.1	2-й ступінь 3.2	3-й ступінь 3.3	4-й ступінь 3.4	
1	2	3	4	5	6	7	8
Хімічний							
Аерозолі переважно фіброгенної дії							
Біологічний							
Шум							
Вібрація							
Інфразвук							
Ультразвук							
електромагнітне випромінювання							

## Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Іонізуюче випромінювання							
Мікроклімат							
Освітленість							
Важкість праці							
Напруженість праці							
Загальна оцінка умов праці							

### Контрольні питання

1. Що таке атестація робочого місця?
2. В чому особливості проведення атестації робочих місць?
3. Якими нормативними документами керуються в процесі проведення атестації робочого місця?
4. Хто має право на додаткову відпустку?
5. Хто має право на скорочену тривалість робочого дня?
6. Які наслідки нестиме роботодавець за непроведення атестації робочих місць?
7. Який термін зберігання матеріалів атестації робочого місця?
8. Що таке карта умов праці і які її особливості?
9. Якими нормативними актами має керуватися роботодавець в процесі проведення атестації робочого місця?
10. Які бувають класи умов праці за показниками шкідливості та небезпечності виробничого процесу.

### Список джерел

1. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», затверджена наказом МОЗ України від 8 квітня 2014 р. № 248.
2. Закон України «Про пенсійне забезпечення» № 1931-XII від 06.12.91. В редакції від 23.01.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1788-12#Text>
3. Закон України «Про охорону праці» № 2695-XII від 14.10.92. В редакції від 27.02.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
4. Закон України «Про відпустки» № 505/96-ВР від 15.11.96. в редакції від 17.03.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/504/96#Text>
5. Інструкція по заповненню карти умов праці при проведенні атестації робочих місць за умовами праці, затверджена в листопаді 1992 року Головним державним експертом з умов праці України та заступником

Головного державного санітарного лікаря України (із змінами і доповненнями від 22 березня 1993 року № 06-960 та від 3 травня 1993 року № 06-1663)

6. Класифікатор професій ДК 003-2010.

7. Кодекс України про адміністративні правопорушення. Редакція від 17.03.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-10#Text>

8. Кодекс законів про працю України. Редакція від 27.02.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08>

9. Методичні рекомендації для проведення атестації робочих місць за умовами праці, затверджені 01 вересня 1992 року Міністром праці України та Головний державним санітарним лікарем України.

10. Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 1 серпня 1992 р. № 442.

11. Постанова Кабінету Міністрів України «Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України та визнання такими, що втратили чинність, деяких актів Кабінету Міністрів України та Ради Міністрів УРСР» від 5 жовтня 2016 р. № 741.

12. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Переліку виробництв, цехів, професій і посад із шкідливими умовами праці, робота в яких дає право на скорочену тривалість робочого тижня» від 21 лютого 2001 р. № 163.

13. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Списків виробництв, робіт, професій, посад і показників, зайнятість в яких дає право на пенсію за віком на пільгових умовах» від 24 червня 2016 р. № 461.

14. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Списків виробництв, робіт, цехів, професій і посад, зайнятість працівників в яких дає право на щорічні додаткові відпустки за роботу зі шкідливими і важкими умовами праці та за особливий характер праці» від 17 листопада 1997 р. № 1290.

## **3 РОЗРАХУНОК ПЛОЩІ АДМІНІСТРАТИВНИХ І ПОБУТОВИХ ПРИМІЩЕНЬ**

### **Практична робота № 3**

**Мета роботи:** навчитися визначати площу адміністративних і побутових приміщень підприємств і організацій залежно від кількості та складу працівників.

Для досягнення вказаної мети студенту потрібно:

1. Ознайомитися з наведеними теоретичними відомостями;
2. Вивчити алгоритм розрахунку площі адміністративних і побутових приміщень підприємств і організацій;
3. Виконати завдання за відповідним варіантом;
4. Дати відповіді на всі контрольні питання, користуючись рекомендованою літературою;
5. Оформити звіт, зробивши відповідні висновки щодо виконаної роботи.

#### **3.1 Підготовка та оформлення звіту**

Звіт має бути виконаний в зошиті або на аркушах формату А4 та вміщувати:

1. Назву практичної роботи;
2. Мету роботи;
3. Короткі теоретичні відомості (1...1,5 с.);
4. Виконане відповідно до індивідуального варіанта завдання;
5. Загальні висновки за результатами виконаної роботи.

#### **3.2 Теоретичні відомості**

На будь-якому підприємстві, незалежно від масштабів виробництва, мають бути передбачені адміністративні та побутові приміщення, які за призначенням поділяються на:

- санітарно-побутові (гардеробні, душові, умивальні, туалети, кімнати для куріння, місця для пристроїв питного водопостачання, приміщення для обігрівання тощо);
- охорони здоров'я (пункти охорони здоров'я, приміщення особистої гігієни жінок, фотарії, інгаляторії, приміщення для відпочинку в робочий час і психологічного розвантаження);
- громадського харчування (їдальні, буфети, кімнати для їжі);
- культурного обслуговування (приміщення для зборів, заклади культури, спортивні споруди);
- адміністративні (приміщення управління, громадських організацій, охорони праці, конструкторських бюро).

Вимоги до складу, розміщення, розмірів та обладнання адміністративних і побутових приміщень викладені в ДБН В.2.2-28:2010 Будинки адміністративного та побутового призначення.

Адміністративні та побутові приміщення, як правило, розміщують в окремій будівлі, яка з'єднується з виробничою будівлею спеціальними теплими переходами. Ширину прибудови з адміністративними та побутовими приміщеннями при односторонньому боковому природному освітленні приймають 12 або 9 м. Висота приміщень допоміжних будівель від підлоги до стелі має бути не менше 2,5 м, а до виступаючих конструкцій перекриттів обладнання та комунікацій — не менше 2,2 м.

Побутові приміщення потрібно розташовувати з максимальним наближенням до робочих місць, щоб не було зустрічних потоків людей, а також переходів через виробничі приміщення зі шкідливими виділеннями, неопалювані частини будівлі та відкриті простори.

Приміщення громадського харчування, охорони здоров'я, культурного обслуговування потрібно розташовувати в місцях, де вплив шкідливих виробничих факторів найменший. Забороняється розміщувати душові, умивальні та туалети над робочими кімнатами управлінь, технічних служб, охорони здоров'я, громадського харчування, громадських організацій.

### **Санітарно-побутові приміщення**

Потрібна кількість санітарно-побутових приміщень і спеціальних побутових приладів (кранів, душових сіток тощо) для працівників, які зайняті безпосередньо на виробництві, розраховується відповідно до санітарної характеристики виробничих процесів (табл. В.1, додаток В) і кількості працівників у найчисленнішій зміні. При поєднанні виробничих процесів різних груп тип гардеробних, кількість душових сіток і кранів визначаються за групою з найвищими вимогами.

Стіни та перегородки приміщень душових, умивальних, туалетів, кімнат для куріння, приміщень для сушіння та знепилення спецодягу слід виконувати висотою 2 м від підлоги у світлих тонах із матеріалів, які сприяють їх легкому чищенню та миттю водою із застосуванням мийних засобів. Підлоги санітарно-побутових приміщень мають бути вологостійкими й водночас мати неслизьку поверхню. Проектувати душові, умивальні, туалети, гардеробні потрібно окремо для чоловіків і жінок.

**Гардеробні.** Гардеробні призначені для зберігання вуличного, домашнього, робочого одягу та взуття. Гардеробні вуличного, а також вуличного і домашнього одягу можуть бути загальні для всіх груп виробничих процесів. Гардеробні домашнього і спеціального одягу для груп виробничих процесів 1в, 2в, 2г і 3б мають бути окремі для кожної з цих груп. При списковій чисельності працівників на підприємстві до 50 осіб допускається передбачати загальні гардеробні для всіх груп виробничих процесів.

Одяг у гардеробних може зберігатися відкритим способом (на вішаках), закритим (у закритих шафах) і змішаним (один вид одягу зберігається відкритим способом, наприклад вуличний, а інший – закритим). Гардеробні потрібно влаштовувати, виходячи з умов самообслуговування. Винятком є гардеробні вуличного одягу і роздягальні спеціального одягу. У гардеробних потрібно передбачати шафи висотою 1,65 м. Розміри шаф у плані приймаються такі: для звичайного складу спецодягу (халати, фартухи, костюми, комбінезони) –  $0,25 \times 0,5$  м, для розширеного (звичайний склад плюс засоби індивідуального захисту) –  $0,33 \times 0,5$  м, для громіздкого спецодягу (розширений склад плюс утеплений одяг, взуття), а також одночасного зберігання двох різних видів одягу (вуличного і домашнього або домашнього і робочого) –  $0,4 \times 0,5$  м.

Кількість шаф має дорівнювати списковій кількості працівників. Кількість вішаків для окремого зберігання вуличного одягу визначається кількістю працівників у двох найчисленніших суміжних змінах. Довжину вішака беруть з розрахунку 5 гачків на 1 м погонної довжини. Шафи облаштовують відкидними сидіннями, за їх відсутності в гардеробних передбачають лавки шириною щонайменше 0,3 м та довжиною з розрахунку 0,6 м на одне місце. Кількість місць для роздягання має бути не менше 25% кількості працівників найчисленнішої зміни. Відстань між рядами шаф з відкидними сидіннями беруть 1,5 м, а за наявності лавок – 2,0 м.

**Душові.** Душові мають бути прилеглими з гардеробними. У разі спільного зберігання в гардеробній усіх видів одягу обладнуються переддушові для переодягання; при кількості душових сіток до чотирьох переддушова не передбачається. Забороняється розміщувати душові та переддушові біля зовнішніх стін будівель. Кількість душових сіток визначають за даними табл. В.1 (додаток В).

Душові обладнуються відкритими кабінами розміром  $0,9 \times 0,9$  м, загородженими з трьох боків, а при виробництві груп 1в, 3б – загородженими з двох боків із наскрізним проходом. Допускається до 20% душових кабін передбачати закритими (розміром  $1,8 \times 0,9$  м). Ширина проходу між рядами душових кабін приймається не менше 2,0 м. Перегородки потрібно виконувати з вологостійких матеріалів висотою 1,8 м і відстанню від підлоги 0,2 м.

**Умивальні.** Умивальні розміщуються в окремих приміщеннях поруч з гардеробними спеціального одягу, загальними гардеробними або у приміщеннях гардеробних. До 40% розрахункової кількості умивальників допускається розміщувати у виробничих приміщеннях поблизу робочих місць. Умивальники у допоміжних та адміністративних приміщеннях (управління, конструкторські бюро, культурного обслуговування, їдальні) допускається розміщувати в тамбурах і при туалетах. Відстань між кранами умивальників має бути не менша 0,65 м, а ширина проходу між рядами умивальників – не менша 2,0 м. Кількість кранів приймається за даними табл. В.1 (додаток В) та кількості працівників найчисленнішої зміни.



**Туалети.** Туалети в багатоповерхових виробничих, побутових та адміністративних будівлях потрібно передбачати на кожному поверсі. При кількості до 30 працівників на двох суміжних поверхах туалет може бути тільки на одному – з більшою кількістю працівників, а якщо на трьох поверхах розміщується до 10 працівників, то може бути лише один туалет. Допускається влаштовувати спільний туалет для чоловіків і жінок при загальній кількості працівників найчисленнішої зміни менше 15. Вхід до туалету потрібно передбачати через тамбур із дверима, які самі зачиняються. У тамбурах туалетів розміщуються умивальники з розрахунку один умивальник на чотири кабінки, за меншої кількості кабін – один умивальник на кожний туалет. Туалети обладнують підлоговими чашами або унітазами, які розміщуються в окремих закритих кабінах розміром  $1,2 \times 0,9$  м, висотою перегородок 1,8 м і дверима, що відчиняються назовні. Кількість унітазів приймається з розрахунку один унітаз на 15 осіб. У чоловічих туалетах встановлюються також пісуари з розрахунку один індивідуальний пісуар на один унітаз. При розташуванні пісуарів напроти кабін ширина проходу між ними не має бути менша 2 м.

**Кімнати для куріння.** Кімнати для куріння потрібно розміщувати поряд з туалетами або приміщеннями для відпочинку та обігрівання. Площа кімнат для куріння визначається з розрахунку на одного працівника в найчисленнішій зміні:  $0,03 \text{ м}^2$  для чоловіків і  $0,01 \text{ м}^2$  для жінок, але не менше  $9,0 \text{ м}^2$ . У найчисленнішій зміні при кількості працівників менше 100 обладнують спеціальні місця для куріння на сходових клітках, тамбурах при туалетах, де вивішується знак – «Місце для куріння».

**Приміщення для обігрівання.** Приміщення для обігрівання працівників передбачаються при виробничих процесах групи 2г. Площа приміщення для обігрівання працівників визначається з розрахунку  $0,1 \text{ м}^2$  на одного працівника найчисленнішої зміни, але не менше  $12 \text{ м}^2$ .

### **Приміщення охорони здоров'я**

**Пункти охорони здоров'я.** Пункти охорони здоров'я мають передбачатись на промисловому підприємстві з кількістю 50 працівників і більше. Категорія пункту охорони здоров'я визначається так:

- при списковій кількості працівників 50–300 – медичний пункт;
- 301–1700 – фельдшерський пункт;
- понад 1700 – лікарський пункт.

Площа медичного пункту приймається  $12 \text{ м}^2$  при списковій чисельності працівників 50–150 осіб та  $18 \text{ м}^2$  – 151–300 осіб. Загальна площа фельдшерського пункту має становити  $100$ – $120 \text{ м}^2$ , лікарського –  $180$ – $240 \text{ м}^2$ .

**Приміщення особистої гігієни жінок.** Приміщення особистої гігієни жінок передбачається при кількості працівниць у найчисленнішій зміні не менше 15. Такі приміщення потрібно розміщувати при туалетах або пунктах охорони здоров'я. У них передбачаються місця для роздягання,

умивальник і процедурні кабінки з висотою перегородок 1,8 м та розмірами у плані 1,8 × 1,2 м. Кількість процедурних кабін приймають з розрахунку одна кабіна на 75 жінок.

**Інгаляторії.** Інгаляторії передбачаються (за погодженням із місцевими органами охорони здоров'я) для виробничих процесів, пов'язаних із виділенням пилу або газів подразнювальної дії. Розміщують їх при медичних пунктах. Площа інгаляторію залежить від кількості апаратів та їх пропускної спроможності, але має бути не менше 12 м<sup>2</sup>.

**Фотарії.** Фотарії передбачаються для працівників, які працюють у приміщеннях без природного освітлення або з коефіцієнтом природної освітленості менше 0,1%. Якщо виробничі приміщення обладнані штучним освітленням, збагаченим ультрафіолетовим випромінюванням, фотарії не передбачаються.

**Приміщення для відпочинку в робочий час та психологічного розвантаження.** Такі приміщення рекомендується розміщувати при пунктах охорони здоров'я або гардеробних домашнього одягу. У приміщеннях для відпочинку та психічного розвантаження доцільно передбачати пристрої для приготування спеціальних тонізуючих напоїв, а також місця для занять фізичною культурою. Площу цих приміщень потрібно приймати з розрахунку 0,2 м<sup>2</sup> на одного працівника найчисленнішої зміни, але не менше 18 м<sup>2</sup>.

### **Приміщення громадського харчування**

Для забезпечення працівників загальним і дієтичним харчуванням на підприємствах передбачаються приміщення громадського харчування: при кількості працівників у найчисленнішій зміні понад 200 – їдальні, а менше 200 – буфет, що відпускає гарячі страви, які доставляються з інших підприємств громадського харчування. При кількості працівників у найчисленнішій зміні менше 30 допускається організувати кімнати для приймання їжі. При кількості працівників до 10 допускається замість кімнати приймання їжі передбачати в гардеробній додаткове місце площею 6 м<sup>2</sup>, де встановлюється стіл.

Кількість місць в їдальнях і буфетах визначається з розрахунку одне місце на чотирьох працівників найчисленнішої зміни. Площа кімнати приймання їжі визначається з розрахунку 1 м<sup>2</sup> на кожного відвідувача, але не менше 12 м<sup>2</sup>. Таку кімнату потрібно обладнати умивальниками, електрочайниками, забезпечувати відповідними меблями.

### **Приміщення культурного обслуговування**

На промислових підприємствах потрібно передбачати цехові приміщення для зборів, культурних заходів і спортивні зали. Приміщення для зборів потрібно розміщувати поблизу цехів і дільниць. При кількості працівників на підприємстві до 50 осіб, приміщення для зборів можна суміщувати з кімнатою для відпочинку та приймання їжі. Площа

приміщень визначається залежно від кількості працівників у найчисленнішій зміні: 50–100 – 24 м<sup>2</sup>, 101–200 – 36 м<sup>2</sup>, 201–300 – 48 м<sup>2</sup>. На підприємствах з кількістю працівників понад 300 слід передбачити залу для зборів, площа яких визначається з розрахунку на 30% працівників зміни при нормі 0,9 м<sup>2</sup> на одне місце.

### Адміністративні приміщення

Площа приміщень управлінь і конструкторських бюро визначається з розрахунку на одного працівника: 4 м<sup>2</sup> – для робочих кімнат управлінь, 6 м<sup>2</sup> – для кімнат конструкторських бюро, обчислювальних центрів, місць з відеотерміналами. Площа приміщення профкому при чисельності працівників 100–300 приймається 12 м<sup>2</sup>, 301–500 – 18 м<sup>2</sup>, 501–1000 – 36 м<sup>2</sup>, 1001–1500 – 54 м<sup>2</sup>, понад 1501 – 60 м<sup>2</sup>. На підприємствах зі списковою чисельністю працівників до 100 для всіх громадських організацій передбачається одне приміщення площею 12 м<sup>2</sup>.

Площа кабінету з охорони праці визначається залежно від спискової кількості працівників підприємства: 100–1000 – 24 м<sup>2</sup>, 1001–3000 – 48 м<sup>2</sup>. На підприємствах зі списковою чисельністю працівників до 100, а також у цехах створюються куточки охорони праці, відповідно, загальнооб'єктні та цехові.

При проектуванні нового, реконструкції діючого підприємства або виробничого підрозділу (цеху, дільниці), потрібно визначати площу адміністративних і побутових приміщень. Для цього можна використовувати дані, наведені в табл. В.2, додаток В.

**Приклад.** Визначити площі адміністративних і побутових приміщень при проектуванні друкарні, якщо попередньо визначено, що спискова чисельність працівників друкарні має становити  $N = 120$ .

Вихідні дані

Загальна спискова кількість працівників  $N = 120$ ; з них: робітників  $N_p = 95$ ; інженерно-технічних працівників (ІТР)  $N_{ін} = 17$ ; службовців  $N_{сл} = 8$ . Кількість робочих місць, обладнаних комп'ютерами, – 10.

Співвідношення чоловіків і жінок – 0,45 : 0,55 (тобто 45 та 55%).

Коефіцієнт складу найчисленнішої зміни – 0,8.

Групи виробничих процесів – 1а, 1б, 4.

### Розв'язання

1. Визначаємо очікувану кількість чоловіків і жінок друкарні, врахувавши, що характерне співвідношення для поліграфічних підприємств є таким: чоловіків – 45%, жінок – 55%. Тоді очікувана кількість чоловіків і жінок становитиме, відповідно,

$$N_{чол} = 0,45N = 0,45 \times 120 = 55,$$

$$N_{жін} = 0,55N = 0,55 \times 120 = 65.$$

Серед працівників робітничих професій кількість чоловіків і жінок відповідно становитиме

$$N_{p. \text{чол}} = 0,45N_p = 0,45 \times 95 = 43,$$

$$N_{p. \text{жін}} = 0,55N_p = 0,55 \times 95 = 52.$$

Оскільки коефіцієнт складу найчисленнішої зміни приймається 0,8, очікувана кількість чоловіків і жінок у найчисленнішій зміні становитиме

$$N_{\text{чол. зм}} = 0,8 \times 55 = 44,$$

$$N_{\text{жін. зм}} = 0,8 \times 65 = 52,$$

а їх загальна кількість  $N_{\text{зм}} = 96$ .

Серед працівників робітничих професій

$$N_{p. \text{чол. зм}} = 0,8 N_{p. \text{чол}} = 0,8 \times 43 = 34,$$

$$N_{p. \text{жін. зм}} = 0,8 N_{p. \text{жін}} = 0,8 \times 52 = 42,$$

$$N_{p. \text{зм}} = 76.$$

2. За даними табл. В.2 (додаток В) визначаємо площі санітарно-побутових приміщень.

### ***Гардеробні***

Площі гардеробних мають становити:

$$\text{для жінок } S_{г. ж} = 0,9N_{\text{жін}} = 0,9 \times 65 = 58,5 \text{ м}^2.$$

$$\text{для чоловіків } S_{г. \text{чол.}} = 0,9N_{\text{чол}} = 0,9 \times 55 = 49,5 \text{ м}^2.$$

В обох гардеробних планується розмістити 65 та 55 шаф (одна шафа на одного працівника).

Загальна площа гардеробних становитиме

$$S_{г} = S_{г. \text{жін}} + S_{г. \text{чол}} = 58,5 + 49,5 = 108 \text{ м}^2.$$

### ***Душові***

Для проекрованої друкарні характерне поєднання виробничих процесів груп 1а, 1б, 4, тому визначаємо потрібну кількість душових і кранів за даними табл. В.1 (додаток В) для групи 1б з найвищими вимогами. Враховуючи, що розрахункова кількість працівників робітничих професій на одну душову сітку становить 15, визначаємо кількість сіток у жіночій і чоловічій душових:

$$n_{д. \text{жін}} = N_{p. \text{жін. зм}} / 15 = 42 / 15 = 2,8;$$

$$n_{д. \text{чол}} = N_{p. \text{чол. зм}} / 15 = 34 / 15 = 2,3.$$

Таким чином, у кожній душовій потрібно встановити три душові сітки, а площа душової має становити

$$S_{д. жін} = S_{д. чол} = 3 \times 2,0 = 6 \text{ м}^2.$$

Загальна площа душових

$$S_{д} = S_{д. жін} + S_{д. чол} = 12 \text{ м}^2.$$

### **Умивальні**

Згідно з даними (група виробничих процесів 1б – один кран на 10 працівників) у жіночій умивальні потрібно встановити 5 кранів, у чоловічій – 4. Площі цих санітарно-побутових приміщень мають становити відповідно 5 та 4 м<sup>2</sup> (за даними табл. В.2, додаток В).

Загальна площа умивалень –  $S_y = 9 \text{ м}^2$ .

### **Туалети**

Потрібна кількість унітазів у жіночому та чоловічому туалетах становитиме

$$n_{ун. жін} = N_{жін. зм} / 15 = 52 / 15 = 3,5;$$

$$n_{ун. чол} = N_{чол. зм} / 15 = 44 / 15 = 2,9.$$

Приймаємо чотири унітази у жіночому та три у чоловічому туалетах, площі яких становитимуть

$$S_{т. жін} = 4 \times 2,5 = 10 \text{ м}^2;$$

$$S_{т. чол} = 3 \times 2,5 = 7,5 \text{ м}^2,$$

а загальна площа туалетів –  $S_t = 17,5 \text{ м}^2$ .

### **Місця для куріння**

Оскільки очікувана кількість працівників найчисленнішої зміни не перевищує 100 осіб, проектом передбачається влаштувати спеціальні місця для куріння в тамбурах туалетів. Площу кожного з двох тамбурів візьмемо 4 м<sup>2</sup>, загальна площа місць для куріння становитиме  $S_k = 8 \text{ м}^2$ .

Таким чином, сумарна площа санітарно-побутових приміщень проекрованої друкарні становитиме:

$$\text{для жінок } S_{с.п.жін} = 83,5 \text{ м}^2;$$

$$\text{для чоловіків } S_{с.п.чол} = 71 \text{ м}^2.$$

Загалом  $S_{с.п} = 154,5 \text{ м}^2$ .

3. Визначаємо площі приміщень охорони здоров'я.

Оскільки спискова чисельність працівників друкарні має становити 120 осіб, як приміщення охорони здоров'я приймається медичний пункт загальною площею  $S_{мед} = 12 \text{ м}^2$ .

При цьому пункті пропонуємо розмістити одну кабінку для особистої гігієни жінок площею  $3 \text{ м}^2$  та приміщення для відпочинку в робочий час і психологічного розвантаження працівників окремих професій, наприклад, операторів комп'ютерного набору, коректорів. За даними табл. В.2 (додаток В) площа такого приміщення становитиме

$$S_B = 0,2N_{\text{ЗМ}} = 0,2 \times 96 = 19,2 \text{ м}^2.$$

Приймаємо  $S_B = 20 \text{ м}^2$ .

Таким чином, загальна площа приміщень охорони здоров'я має становити  $S_{\text{о.з}} = 12 + 3 + 20 = 35 \text{ м}^2$ .

4. Визначаємо площу приміщення громадського харчування.

Оскільки очікувана кількість працівників найчисленнішої зміни друкарні не перевищує 200, для їх харчування передбачаємо буфет. Кількість місць для відвідувачів (одне місце на чотирьох працівників) дорівнюватиме

$$n_{\text{відв}} = N_{\text{ЗМ}}/4 = 96/4 = 24;$$

кількість чотиримісних столиків  $24/4 = 6$ . Площа буфету становитиме

$$S_{\text{харч}} = n_{\text{відв}} \times 1 \text{ м}^2 = 24 \text{ м}^2.$$

5. Визначаємо площу приміщення культурного обслуговування.

На основі кількості працівників найчисленнішої зміни згідно з даними табл. В.2 додатка В (50–100) нормативна площа приміщення для зборів має становити  $S_{\text{зб}} = 24 \text{ м}^2$ .

6. Визначаємо площу адміністративних приміщень.

Особовий склад працівників сфери управління проектованої друкарні (інженерно-технічних працівників і службовців) налічує

$$N_{\text{упр}} = N_{\text{ін}} + N_{\text{с}} = 17 + 8 = 25,$$

тобто 10 працівників мають комп'ютеризовані робочі місця, інші 15 – некомп'ютеризовані. Відтак площа приміщень управлінських становитиме

$$S_{\text{упр}} = 15 \times 4 + 10 \times 6 = 120 \text{ м}^2.$$

Оскільки спискова чисельність працівників друкарні перевищує 100, проектуємо приміщення профкому площею  $S_{\text{проф}} = 12 \text{ м}^2$  та кабінет охорони праці площею  $S_{\text{о.п}} = 24 \text{ м}^2$ .

Сумарна площа адміністративних приміщень друкарні має становити

$$S_a = S_{\text{упр}} + S_{\text{проф}} + S_{\text{о.п}} = 156 \text{ м}^2.$$

7. Визначаємо загальну площу адміністративних і побутових приміщень і вносимо дані до таблиці 3.1 з розрахунку площі приміщень.

Таким чином, при проектуванні міської друкарні зі списковою кількістю працівників 120 потрібно передбачити адміністративні та побутові приміщення загальною площею

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{с.п}} + S_{\text{о.з}} + S_{\text{харч}} + S_{\text{зб}} + S_{\text{а}} = 154,5 + 35 + 24 + 24 + 156 = 393,5 \text{ м}^2.$$

Таблиця 3.1 – Розрахунок площі приміщень

Санітарно-побутові приміщення					
Гардероб	Душові	Умивальні	Туалети	Місця для куріння	Загалом
108 м <sup>2</sup>	12 м <sup>2</sup>	9 м <sup>2</sup>	17,5 м <sup>2</sup>	8 м <sup>2</sup>	154,5 м <sup>2</sup>
Приміщення охорони здоров'я					
Пункт охорони здоров'я	Приміщення для особистої гігієни жінок	Приміщення для відпочинку в робочий час та психологічного розвантаження			Загалом
12 м <sup>2</sup>	3 м <sup>2</sup>	20 м <sup>2</sup>			35 м <sup>2</sup>
Приміщення громадського харчування					
Їдальня	Буфет	Кімната для приймання їжі			Загалом
–	24 м <sup>2</sup>	–			24 м <sup>2</sup>
Адміністративні приміщення та приміщення культурного обслуговування					
Приміщення управління	Профком	Кабінет охорони праці	Приміщення для зборів	Загалом	
120 м <sup>2</sup>	12 м <sup>2</sup>	24 м <sup>2</sup>	24 м <sup>2</sup>	180 м <sup>2</sup>	
Загальна площа адміністративних і побутових приміщень					393,5 м <sup>2</sup>

**Висновок.** На підставі виконаних розрахунків встановлено, що для підприємства загальну площу адміністративних і побутових приміщень потрібно передбачити щонайменшою 393,5 м<sup>2</sup>. На одного працівника підприємства припадає 393,5 м<sup>2</sup>/120 осіб = 3,2 м<sup>2</sup> площі адміністративних і побутових приміщень.

### 3.3 Практична частина

Заплановано технічне переоснащення підприємства, у результаті якого очікується зміна кількісного та професійного складу працівників. Визначити, якою має бути площа адміністративних і побутових приміщень, щоб задовольнити потреби персоналу підприємства відповідно до існуючих норм.

1. Відповідно до варіанта (таблиця В.3, додаток В) обрати вихідні дані (кількість працівників, кількість робочих місць, обладнаних ПК, коефіцієнт складу найчисленнішої зміни тощо).

2. Розрахувати загальну площу адміністративних і побутових приміщень.

3. Оформити підсумкову розрахункову таблицю (табл. 3.2)

Таблиця 3.2 – Розрахунок до практичного завдання

Санітарно-побутові приміщення					
Гардероб	Душові	Умивальні	Туалети	Місця для куріння	Загалом
Приміщення охорони здоров'я					
Пункт охорони здоров'я	Приміщення для особистої гігієни жінок	Приміщення для відпочинку в робочий час та психологічного розвантаження			Загалом
Приміщення громадського харчування					
Їдальня	Буфет	Кімната для приймання їжі			Загалом
Адміністративні приміщення та приміщення культурного обслуговування					
Приміщення управління	Профком	Кабінет охорони праці	Приміщення для зборів	Загалом	
Загальна площа адміністративних і побутових приміщень					

### Контрольні питання

1. Які приміщення належать до адміністративних та побутових?
2. Як їх класифікують?
3. Як розраховують площу адміністративних та побутових приміщень? Від чого залежить площа адміністративних та побутових приміщень?
4. Які особливості потрібно врахувати при визначенні площі приміщення охорони здоров'я?
5. Від чого залежить площа приміщень громадського харчування?
6. Що входить до адміністративних приміщень?

### Список джерел

1. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Сторожук В. М. Практикум з охорони праці : навч. посіб. Львів, 2000. 350 с.
2. Методичні вказівки до практичної роботи «Розрахунок площ адміністративних та побутових приміщень» з дисципліни «Охорона праці в галузі» для студентів всіх форм навчання / Укл. С. М. Журавель, Ю. В. Якімцов. Запоріжжя : ЗНТУ, 2014. 23 с.
3. ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення»



## 4 ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

### Практична робота № 4

**Мета роботи:** здобути навички дослідження параметрів мікроклімату виробничих приміщень та розрахунку систем повітрообміну при загальнообмінній вентиляції виробничих приміщень.

Для досягнення вказаної мети студенту потрібно:

1. Ознайомитися з наведеними теоретичними відомостями;
2. Вивчити розрахунок систем повітрообміну при загальнообмінній вентиляції виробничих приміщень;
3. Виконати навдання за відповідним варіантом;
4. Дати відповіді на всі контрольні питання, користуючись рекомендованою літературою;
5. Оформити звіт, зробивши відповідні висновки щодо виконаної роботи.

#### 4.1 Підготовка та оформлення звіту

Звіт має бути виконаний в зошиті або на аркушах формату А4 та вміщувати:

1. Назву практичної роботи;
2. Мету роботи;
3. Короткі теоретичні відомості (1...1,5 с.);
4. Виконане відповідно до індивідуального варіанта завдання;
5. Загальні висновки за результатами виконаної роботи.

#### 4.2 Теоретичні відомості

При оцінюванні мікрокліматичних умов виробничого приміщення основне значення має його температурний режим. Відносна вологість повітря (при температурі повітря 18–20 °С) має бути в межах 40–60%. Третій компонент мікроклімату – швидкість руху повітря, яка в зимову пору року не має перевищувати 0,2–0,3 м/с.

У кінцевому підсумку вимоги до мікроклімату в житлових приміщеннях зводяться до того, щоб людина, вдягнена в легкий одяг і взуття, яка знаходиться тривалий час в малорухомому стані, не мала неприємних відчуттів: охолодження чи перегрівання.

Внаслідок неправильної експлуатації житла або через технічні порушення при його будівництві в житлових приміщеннях виникає вологість. Причини вологості можуть мати експлуатаційний характер – недостатнє опалення у зимовий період, перенаселення житла, прання і сушіння білизни, готування їжі при недостатній вентиляції. Застосування вологоємких будівельних матеріалів, в'язких розчинів, відсутня або недостатня гідроізоляція, дефекти покрівлі та ринв, розташування будинку

в улоговині, яка погано освітлюється та провітрюється тощо також сприяють появі вологості.

Повітряне середовище приміщень оцінюється також за його складом. Хімічний склад повітря в приміщенні такий же, як і ззовні: приблизно 21% кисню, 78% азоту, 0,04% діоксиду вуглецю, менше 1% складають озон, водень, гелій, неон, криптон, радон і аргон, непостійна кількість водяної пари.

При диханні склад повітря змінюється. Видихуване людьми повітря містить менше кисню і більше діоксиду вуглецю тощо. У повітрі закритих, недостатньо вентильованих приміщень вміст діоксиду вуглецю може свідчити про ступінь забруднення середовища продуктами життєдіяльності людей і про ефективність вентиляції.

В таких умовах погіршується самопочуття і з'являється відчуття нечистого (спертого) повітря. Встановлено, що паралельно зі збільшенням кількості CO<sub>2</sub> зростає в повітрі вміст і інших продуктів життєдіяльності людей, які одержали назву антропоксинів. Понад 30 сполук входить до складу антропоксинів: оксид вуглецю, аміак, ацетон, сірководень, вуглеводні, альдегіди, органічні кислоти, діетиламін, крезол, фенол тощо. Крім згаданих сполук, в повітря закритих приміщень може надходити більш як 100 летких речовин, які утворюються при розкладанні органічних речовин на поверхні тіла, одягу, в кімнатному пилу, виділяються з полімерних матеріалів.

Таблиця 4.1 – Зміна складу і властивостей повітря при диханні

<i>Показники якості</i>	<i>Атмосферне повітря</i>	<i>Повітря, яке видихається</i>
Кисень	близько 21%	15,5–18,0%
Вуглекислий газ	0,03–0,04%	2,5–5,0%
Пари води	різна кількість	насичене
Температура	різна	35–37%

Оскільки в практичних умовах визначити всі фактори, які можуть забруднювати повітря складно і нераціонально, гігієністи прийняли досить зручний показник – вміст діоксиду вуглецю, який був запропонований ще М. Петтенкофером і є досить інформативним. Прийнято вважати: якщо концентрація CO<sub>2</sub> в повітрі менша 0,07%, то вентиляцію в приміщенні можна вважати доброю; до 0,1% – задовільною, а до 0,15% – допустимою лише для короткотривалого перебування (наприклад, у кінотеатрах).

Для гігієнічної оцінки стану повітря, крім хімічного складу, має значення й іонний склад повітря. Чим чистіше повітря, тим більше воно містить легких від'ємно заряджених іонів.

У закритих приміщеннях легкі іони поглинаються в процесі дихання, а також пилом, одягом тощо. Тому ступінь іонізації вважається досить добрим індикатором чистоти повітря. Для поліпшення якості повітря його збагачують легкими іонами до рівня 4000–5000 в 1 см<sup>3</sup>.

Поряд з іншими показниками забруднення повітря є мікроорганізми (бактерії, спори, цвілеві грибки). Найчастіше вони знаходяться на поверхні пилинок, з якими переносяться потоками повітря. У повітрі закритих приміщень може бути значна кількість мікроорганізмів, зокрема патогенних.

При кашлі, чханні й при розмові в повітря надходить велика кількість краплинок слини і слизу, в яких є мікроби. Встановлено, що при чханні утворюється до 40000 краплинок, здорова людина може виділити в повітря до 20000 мікробів, а хвора – до 150000. Бризки слини при цьому розлітаються в повітрі на віддаль до декількох метрів. Тривалість знаходження краплинок у завислому стані залежить від їх розміру: великі краплини діаметром до 0,1 мм утримуються в повітрі тільки декілька секунд, Найдрібніші краплини, внаслідок малої маси, можуть знаходитись в повітрі у завислому стані декілька годин і переноситися повітряними потоками на велику відстань.

Звичайно, патогенні мікроби, які є в повітрі, можуть стати причиною інфекційних захворювань. У розповсюдженні цих хвороб має значення стійкість патогенних мікроорганізмів до висушування, що визначає можливість знаходження їх в рідкій або твердій фазі аерозолі. Розрізняють два способи передачі інфекції через повітря:

а) повітряно-краплинний (кір, кашлюк, грип, дифтерія, скарлатина, менінгіт, вітряна і натуральна віспа);

б) пиловий (туберкульоз, сибірка, гнійні інфекції, натуральна віспа).

Для забезпечення сприятливих параметрів мікроклімату в приміщеннях та видалення шкідливих речовин, що виділяються під час технологічного процесу, використовують природну та (або) штучну вентиляцію, а також кондиціонування. Природну вентиляцію використовують для нормалізації мікроклімату як у невиробничих, так і у виробничих приміщеннях без виділення шкідливих речовин. Природна вентиляція є дешевою та простою в експлуатації, проте повітря надходить у приміщення без попереднього очищення, а видалене відпрацьоване повітря також не очищується і забруднює довкілля. Використовують два види природної вентиляції: неорганізовану та організовану. При неорганізованій природній вентиляції надходження та видалення відпрацьованого повітря відбувається через нещільності та пори зовнішніх огорожень, а також через вікна, двері тощо. При організованій природній вентиляції виробничих приміщень свіже повітря надходить через спеціальні нижні отвори, які розташовують на невеликій висоті від підлоги (1 ... 1,5 м), а відпрацьоване повітря видаляється через отвори в верхній частині будівлі або через ліхтарі.

Вибір типу природної вентиляції – неорганізованої або організованої – залежить від значення коефіцієнта кратності повітрообміну, під яким

розуміють відношення величини необхідного об'єму свіжого повітря, яке потрібно щогодини подавати у виробниче приміщення, до вільного від обладнання об'єму приміщення

$$k = \frac{L}{V_{п.в.}}, \quad (4.1)$$

де  $k$  – коефіцієнт кратності повітрообміну;

$L$  – необхідний повітрообмін, м<sup>3</sup>/год;

$V_{п.в.}$  – об'єм вільного від обладнання приміщення, м<sup>3</sup>.

При  $k \leq 1$  можна улаштувати неорганізовану природну вентиляцію. Для виробничих приміщень значення не має перевищувати одиницю.

При значеннях  $1 < k \leq 10$  природна вентиляція має бути організованою. При цьому розмір спеціальних отворів розраховують залежно від величини повітрообміну. У випадку, коли  $k > 10$ , загальнообмінна вентиляція стає неефективною. Природна вентиляція є дієвою, якщо температура повітря всередині виробничого приміщення на (5 ... 8) °С вища за температуру припливного повітря.

У випадках, коли тепловиділення у виробничому приміщенні недостатнє для постійного (протягом року) використання природної вентиляції, або кількість чи токсичність речовин, які виділяються у повітря приміщення, є такими, що викликають необхідність постійного повітрообміну незалежно від метеорологічних умов навколишнього середовища, застосовують штучну механічну вентиляцію.

При штучній вентиляції повітрообмін здійснюється внаслідок різниці тисків, яка створюється вентилятором. Продуктивність вентиляторів і потужність електродвигунів для них розраховують залежно від величини необхідного повітрообміну. Штучна механічна вентиляція, на відміну від природної, дає можливість очищувати повітря перед його викидом в атмосферу, вловлювати шкідливі речовини безпосередньо біля місць їх утворення, а також обробляти припливне повітря (очищувати, підігрівати, зволожувати тощо).

Загальнообмінна вентиляція забезпечує створення потрібного мікроклімату та чистоти повітряного середовища в усьому об'ємі робочої зони приміщення. Вона застосовується для видалення надлишкового тепла при відсутності локальних токсичних виділень, а також тоді, коли характер технологічного процесу та особливості виробничого устаткування унеможливають використання місцевої витяжної вентиляції. Місцева витяжна механічна вентиляція забезпечує вловлювання шкідливих виділень безпосередньо в місцях їх виділення, що запобігає поширенню цих речовин в приміщенні. Місцеву вентиляцію застосовують при виконанні технологічних процесів з виділенням шкідливих речовин, зокрема при обробці металів різанням, зварювальних, ливарних, ковальських, термічних, фарбувальних, шиноремонтних роботах тощо.

### 4.3 Практична частина

**Завдання 1.** Знайти, на скільки градусів може підвищитися температура у приміщенні об'ємом  $V$ , у якому  $N$  людей викопують роботу з невеликим фізичним навантаженням. Кратність об'єму повітря при неорганізованій природній вентиляції дорівнює  $K$ . Теплоємність повітря  $C = 1370$  Дж/(кг\*К), а його густина  $\rho = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>.

Для виконання цього завдання приймаємо, що спочатку в приміщенні була температура така ж, як і зовні (літній період), і вона піднялась до температури повітря, що видаляється з приміщення. Кількість тепла, яке виділяється у приміщенні за одну годину, дорівнює

$$Q = 3600W = 3600gN, \quad (4.2)$$

де  $W$  – сумарна потужність джерел виділення тепла, Вт;

$N$  – кількість джерел виділення тепла (кількість людей у приміщенні);

$g$  – потужність виділення тепла однією особою, яка коливається в межах від 100 до 230 Вт залежно від фізичного навантаження.

Це тепло йде на нагрівання повітря, яке було у приміщенні об'ємом  $V$ , і нагрівання повітря, яке надійшло в приміщення за одну годину. Отже, за цей час об'єм повітря, яке нагрілося до температури  $T_2$ , становить  $W+KW$ . Кількість тепла, що йде на нагрівання повітря з теплоємністю  $C$  і масою від температури  $T_1$ , до температури  $T_2$ , визначається за формулою

$$Q = mc(T_2 - T_1). \quad (4.3)$$

Об'єм повітря пов'язаний з його масою відомою формулою

$$m = \rho V(1 + K), \quad (4.4)$$

де  $\rho$  – густина повітря.

Прирівнюючи праві частини рівнянь, що описують кількість виділеного тепла і тепла, що пішло на нагрівання повітря, знаходимо шукану різницю температур

$$\Delta T = T_2 - T_1 = \frac{3600gN}{C\rho(K+1)V}. \quad (4.5)$$

**Приклад 1.** У приміщенні об'ємом 250 м<sup>3</sup> знаходиться 20 осіб, які виконують легку фізичну роботу. Кратність обміну повітря дорівнює 0,75. Підставивши числові значення величин в формулу (4.4), маємо

$$\Delta T = \frac{3600 \cdot 100 \cdot 20}{1370 \cdot 1,2 \cdot (0,75 + 1) \cdot 250} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

Вихідні дані для виконання завдання 1 наведені в табл. Г.1, додаток Г.

**Завдання 2.** За критерієм вмісту вуглекислого газу перевірити, чи достатньо неорганізованої природної вентиляції з кратністю обміну повітря  $K$  у приміщенні об'ємом  $V$ , де працює  $N$  осіб. Для перевірки потрібно порівняти фактичну кратність обміну повітря  $K$  з кратністю обміну повітря, яка забезпечує належну чистоту  $K_0$ . Для знаходження величини  $K_0$  використовують формули (4.5), (4.6), наведені далі:

кратність обміну повітря у приміщенні, що забезпечує його належну чистоту

$$K_0 = \frac{1}{t}, \quad (4.6)$$

де  $t$  – час, за який концентрація шкідливих речовин у повітрі досягне гранично допустимої, год.

Час, за який концентрація шкідливих речовин досягне гранично допустимої величини, визначають за формулою

$$t = \frac{(c_3 - c_2)V}{Q}, \quad (4.7)$$

приймаючи, що гранично допустима концентрація вуглекислого газу в повітрі дорівнює  $2 \text{ г/м}^3$ , а його концентрація у повітрі, яке подається у приміщення, –  $0,7 \text{ г/м}^3$ .

Масу вуглекислого газу, що надходить у повітря в результаті дихання  $N$  осіб, визначають за формулою

$$Q = m \cdot N, \quad (4.8)$$

де  $m$  – маса вуглекислого газу, яку видихає одна особа за годину (г/год).

**Приклад 2.** У приміщенні об'ємом  $30 \text{ м}^3$  працює дві особи, а кратність обміну повітря  $K = 0,8$ . Визначити чи достатньо обміну повітря у такому приміщенні.

Спочатку обчислюємо час, за який концентрація вуглекислого газу досягне гранично допустимого значення

$$t = \frac{(2 - 0,7) \cdot 30}{2 \cdot 44} = 0,44 \text{ год.}$$

Потрібна кратність обміну повітря становить

$$K_0 = \frac{1}{0,44} = 2,3.$$

Отже, наявної кратності обміну повітря у приміщенні недостатньо, оскільки  $K < K_0$ .

**Завдання 3.** Визначити потрібний повітрообмін у виробничому приміщенні при загальнообмінній вентиляції в зимовий період року. Дати обґрунтовану розрахунками відповідь на питання, чи буде ефективною загальнообмінна вентиляція у літній період року.

Розрахунок потрібного повітрообміну залежно від кількості працівників у приміщенні здійснюється за формулою

$$L_1 = l \cdot n \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (4.9)$$

де  $l$  – мінімальна подача повітря на одного працівника відповідно до санітарних норм;

$n$  – кількість працівників у приміщенні.

Розрахунок повітрообміну за умови виділення надлишкової теплоти здійснюють за формулою

$$L_B = \frac{Q \cdot 3600}{c \cdot \rho \cdot (t_{\text{вид}} - t_{\text{пр}})}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.10)$$

де  $Q$  – надлишок теплоти в виробничому приміщенні, кВт;

$c$  – масова теплоємність припливного повітря, що дорівнює 1 кДж/(кг·°C);

$\rho$  – густина припливного повітря, що дорівнює 1,2 кг/м<sup>3</sup>,

$t_{\text{вид}}$  – температура, яка видаляється з приміщення °C

$t_{\text{пр}}$  – температура припливного (зовнішнього) повітря, °C

Температуру повітря, що видаляється з приміщення, знаходять за виразом

$$t_{\text{вид}} = t_{\text{норм}} + \Delta t \cdot (N_{\text{ц}} - 2), \text{ °C} \quad (4.11)$$

де  $t_{\text{норм}}$  – нормована (оптимальна) температура в приміщенні відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»;

$\Delta t$  – градієнт температури, що приймається для виробничих приміщень рівним 1,5 град/м;

$N_{\text{ц}}$  – відстань від підлоги до центра витяжних отворів, м. Як правило приймають  $N_{\text{ц}} = N - 1$ , де  $N$  – висота приміщення, м.

Розрахунок повітрообміну за умови виділення шкідливих речовин (газів, парів, пилу), що надходять у робочу зону, з метою розбавлення їх до гранично допустимих концентрацій здійснюють за формулою

$$L_3 = \frac{G \cdot 3600}{q_{\text{гдк}} - q_{\text{пр}}}, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (4.12)$$

де  $G$  – кількість шкідливих речовин, що виділяються у виробничому приміщенні, мг/с;

$q_{\text{гдк}}$  – гранично допустима концентрація шкідливих речовин в приміщенні, мг/м<sup>3</sup>;

$q_{\text{пр}}$  – концентрація шкідливих речовин у припливному повітрі, що подається в приміщення. При розрахунках припускаємо, що

$$q_{\text{пр}} = 0,3 \cdot q_{\text{гдк}}, \text{ мг/м}^3. \quad (4.13)$$

З розрахованих значень  $L_1, L_2, L_3$  обирають найбільшу величину й приймають її за необхідний повітрообмін. Після цього оцінюють значення коефіцієнта кратності повітрообміну  $k$  і обирають тип загальнообмінної вентиляції у виробничому приміщенні для створення оптимальних параметрів повітряного середовища.

Вихідні дані для розрахунків наведені у додатку Г (табл. Г.2).

### **Контрольні питання**

1. Поняття «мікроклімат».
2. Вплив мікроклімату на працездатність людини.
3. Основні параметри мікроклімату.
4. Мікроклімат і вологість закритих приміщень.

### **Список джерел**

1. Огринський П. І., Єнкало В. М., Дембіцький С. І. Безпека життєдіяльності: навч. посіб. Львів: «Афіша», 1997. 275 с.
2. Основы безопасности жизнедеятельности и первой медицинской помощи : учеб. пособие / под ред. Р. И. Айзмана, С. Г. Кривошекова. Новосибирск : Сиб. унив. Изд-во, 2002. 271 с.
3. Горубара О. М., Ковбаса Ю. М., Ребенок В. М., Леонов А. М., Лопатка Ю. М. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці: навч.-метод. посіб. до практичних та самостійних робіт студентів вищих навчальних закладів України. Чернігів: ЧНПУ імені Т.Г. Шевченка, 2012. 157 с.
4. Лавренко А. С., Скуйбіда О. Л., Островська А. Є. Методичні вказівки до практичної роботи «Розрахунок повітрообміну у виробничих приміщеннях при загальнообмінній вентиляції» з дисципліни «Охорона праці в галузі» для студентів всіх форм навчання. Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. 14 с.



# 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ТА СОЦІАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

## Практична робота № 5

**Мета роботи:** навчитися проводити розрахунки економічної та соціальної ефективності від впровадження заходів з охорони праці, аналізувати їх результати та вибрати оптимальний варіант вкладення коштів в охорону праці.

Для досягнення вказаної мети студенту потрібно:

1. Ознайомитися з наведеними теоретичними відомостями;
2. Вивчити *методи розрахунку економічної та соціальної ефективності заходів з охорони праці*;
3. Виконати навдання за відповідним варіантом;
4. Дати відповіді на всі контрольні питання, користуючись рекомендованою літературою.
5. Оформити звіт, зробивши відповідні висновки щодо виконаної роботи.

### 5.1 Підготовка та оформлення звіту

Звіт має бути виконаний в зошиті або на аркушах формату А4 та вміщувати:

1. Назву практичної роботи;
2. Мету роботи;
3. Короткі теоретичні відомості (1 ... 1,5 с.);
4. Виконане відповідно до індивідуального варіанта завдання;
5. Загальні висновки за результатами виконаної роботи.

### 5.2 Теоретичні відомості

Серед причин несприятливих умов праці в Україні потрібно вказати:

- невідповідність значної частини техніки санітарно-гігієнічним нормам, ергономічним або технічним вимогам безпеки;
- моральний і фізичний знос більшості виробничого обладнання;
- соціально-трудова відносина щодо умов праці не стимулюють роботодавців до покращання виробничого середовища.

Поліпшення умов з безпеки виробничого процесу вимагає значних затрат матеріальних коштів. Але в умовах ринкової економіки керівник прийме рішення про збільшення фінансування охорони праці, якщо це буде мати економічну підставу.

Розглядаючи витрати з охорони праці, потрібно зазначити, що вони поділяються на:

- доцільні витрати, спрямовані на збереження здоров'я працівників, раціональне витрачання життєвих сил на відновлення працездатності;
- частково доцільні витрати, які охоплюють видатки за пільгами і компенсаціями за несприятливі умови;
- недоцільні витрати, які обумовлюють підвищення собівартості продукції, зниження обсягу її виробництва тощо.

Існує декілька (як вітчизняних, так і закордонних) методик для визначення ефективності заходів з охорони праці, але чітких загальноприйнятих алгоритмів немає. Ця ситуація пояснюється тим, що:

- в системі бухгалтерського обліку не передбачено виділення всіх витрат, які спрямовуються на охорону праці;
- система звітності з охорони праці фіксує лише певні види таких затрат;
- витрати на охорону праці частково мають імовірнісний характер.

Найпоширенішою є методика, відповідно до якої обчислюють чотири групи показників:

- зміна стану умов і охорони праці;
- соціальні;
- соціально-економічні;
- економічні.

*Зміна стану умов і охорони праці характеризується* підвищенням рівня безпеки праці, поліпшенням санітарно-гігієнічних, психофізіологічних, естетичних показників. Підвищення рівня безпеки праці супроводжується збільшенням кількості машин і механізмів, виробничих будівель, які відповідають вимогам стандартів безпеки праці та інших нормативних актів. Поліпшення санітарно-гігієнічних показників характеризується зменшенням вмісту шкідливих речовин у повітрі, поліпшенням мікроклімату, зниженням рівня шуму й вібрації, посиленням освітленості. Зростання психофізіологічних показників визначається скороченням фізичних і нервово-психічних навантажень, зокрема монотонності праці. Поліпшення естетичних показників характеризується раціональним компонуванням робочих місць і машин, упорядкуванням приміщень і території, поєднанням кольорових відтінків тощо.

*Соціальні результати заходів поліпшення умов та охорони праці* визначаються такими показниками:

- збільшенням кількості робочих місць, які відповідають нормативним вимогам (як у комплексі, так і за окремими факторами), й скороченням чисельності тих, хто працює у незадовільних умовах;
- зниженням рівня виробничого травматизму;
- зменшенням кількості випадків професійної захворюваності, пов'язаної з незадовільними умовами праці;

– скороченням кількості випадків настання інвалідності внаслідок травматизму чи професійної захворюваності;

– зменшенням плинності кадрів через незадовільні умови праці.

*Соціально-економічна ефективність* розраховується з метою:

– економічного обґрунтування планових заходів для вибору оптимальних варіантів технологічних, ергономічних та організаційних рішень;

– визначення фактичної ефективності заходів із поліпшення умов і охорони праці;

– оцінення результатів управління виробництвом на різних рівнях;

– розрахунку потрібних витрат для приведення умов праці на робочих місцях до нормативних вимог;

– визначення раціональних розмірів матеріального стимулювання працівників підприємства, науково-дослідних, конструкторських і проектних, організацій за розробку і запровадження працезахоронних заходів.

Показники соціальної та соціально-економічної ефективності розраховуються як відношення величин соціальних або соціально-економічних результатів до витрат, потрібних для їх здійснення. Такі показники характеризують кількість умовних одиниць сукупного обсягу соціального чи соціально-економічного результату в розрахунку на одиницю витрат.

*Економічна ефективність* розраховується для вирішення таких завдань:

– економічного обґрунтування планових заходів, які є необхідними для вибору оптимальних варіантів технологічних, ергономічних та організаційних рішень;

– визначення фактичної ефективності заходів щодо поліпшення умов і охорони праці;

– оцінювання результатів управління виробництвом на різних рівнях;

– розрахунку необхідних витрат для приведення умов праці на робочих місцях до нормативних вимог;

– визначення раціональних розмірів матеріального стимулювання працівників підприємств, науково-дослідних, конструкторських і проектних організацій за розробку та запровадження працезахоронних заходів.

В основі оцінювання економічної ефективності заходів з охорони праці знаходиться порівняння суми затрат на охорону праці з розміром можливих збитків від виробничого травматизму та професійного захворювання.

Збитки підприємства, пов'язані з недосконалістю заходів з охорони праці, бувають внаслідок:

– виробничого травматизму та професійних захворювань;

– ушкодження виробничих фондів.

Оцінку збитків внаслідок виробничого травматизму та професійних захворювань визначаємо за результатами звітності підприємства, враховуючи такі статті:

- виплати за листками непрацездатності у зв'язку з невиходом на роботу внаслідок нещасного випадку та професійного захворювання;
- виплати потерпілому внаслідок виробничого травматизму, які сплатило підприємство;
- виплати зарплат працівникам за час вимушеного простою та особам, залученим до ліквідації наслідків аварії чи нещасного випадку;
- затрати на ліквідацію наслідків аварії чи нещасного випадку;
- збитки внаслідок того, що потерпілий вибув з виробничого процесу;
- затрати на заміну потерпілого;
- інші затрати.

Структура збитків підприємства внаслідок ушкодження виробничих фондів і методи їх розрахунків наведена в табл. 5.1.

Після підрахунку збитків підприємства, які пов'язані з недосконалістю заходів з охорони праці, визначаємо заходи поліпшення безпеки праці, які будуть впроваджені, та річну суму затрат на охорону праці.

Таблиця 5.1 – Структура збитків підприємства внаслідок ушкодження виробничих фондів

<b>Ч.ч.</b>	<b>Категорія витрат</b>	<b>Склад витрат</b>	<b>Спосіб розрахунку</b>
1	Витрати відсутні	Відсутні ушкодження виробничих фондів	-
2	Незначні витрати	Обладнання та устаткування потребують позапланового ремонту	Сума, яка наближено становить 20–40% балансової вартості одиниці виробничих фондів
3.	Середні витрати	Існує потреба позапланового ремонту та додаткових відновлюваних робіт	Сума, яка наближено дорівнює балансовій вартості одиниці виробничих фондів
4.	Значні витрати	Ушкоджено дві і більше одиниць виробничого обладнання, потрібний позаплановий ремонт та інші відновлювані роботи	Сума, яка дорівнює балансовій вартості ушкоджених одиниць виробничих фондів
5.	Критичні витрати	Декілька одиниць виробничих фондів вийшло з ладу	Сума перевищує балансову вартість пошкодженого обладнання

## Методика визначення соціальної ефективності працезохоронних заходів

Оцінювання соціального ефекту від запроваджених або планованих заходів для поліпшення умов і безпеки праці передбачає використання нижченаведених показників.

1. Скорочення кількості робочих місць  $\Delta K$ , що не відповідають вимогам нормативних актів щодо безпеки виробництва, розраховується за формулою

$$\Delta K = \frac{K_1 - K_2}{K} \times 100\%, \quad (5.1)$$

де  $K_1, K_2$  – кількість робочих місць, що не відповідають вимогам санітарних норм до і після проведення заходу;

$K$  – загальна кількість робочих місць.

2. Скорочення чисельності працівників  $\Delta Ч$ , що працюють в умовах, які не відповідають вимогам санітарних норм, визначається таким чином

$$\Delta Ч = \frac{Ч_1 - Ч_2}{Ч} \times 100\%, \quad (5.2)$$

де  $Ч_1, Ч_2$  – чисельність працівників, що працюють в умовах, які не відповідають санітарним нормам, відповідно, до і після запровадження заходу, осіб;

$Ч$  – річна середньооблікова чисельність працівників, осіб.

Збільшення кількості машин і механізмів  $\Delta M$  та виробничих приміщень  $\Delta B$ , приведених у відповідність до вимог нормативних актів,

$$\Delta M = \frac{M_1 - M_2}{M} \times 100\%, \quad (5.3)$$

$$\Delta B = \frac{B_1 - B_2}{B} \times 100\%, \quad (5.4)$$

де  $M_1, M_2$  – кількість машин і механізмів, що не відповідають нормативним вимогам, відповідно, до і після запровадження заходу, шт.;

$B_1, B_2$  – кількість виробничих приміщень, які не відповідають нормативним вимогам, відповідно, до і після запровадження заходу, шт.;

$M$  – загальна кількість машин і механізмів, шт.;

$B$  – загальна кількість виробничих приміщень, шт.

3. Зменшення коефіцієнта частоти травматизму

$$\Delta K_{\text{ч}} = \frac{N_1 - N_2}{Ч} \times 1000, \quad (5.5)$$

де  $N_1, N_2$  – кількість випадків травматизму, відповідно, до і після запровадження заходу.

5. Зменшення коефіцієнта важкості  $\Delta K_m$  розраховується за формулою

$$\Delta K_m = \frac{D_1}{N_1} - \frac{D_2}{N_2}, \quad (5.6)$$

де  $D_1, D_2$  – загальна кількість днів непрацездатності через травматизм, відповідно, до і після реалізації заходів за рік.

5. Зменшення коефіцієнта частоти професійної захворюваності через незадовільні умови праці: розраховується за формулою

$$\Delta K_3 = \frac{3_1 - 3_2}{\varphi} \cdot 100, \quad (5.7)$$

де  $3_1, 3_2$  – кількість випадків професійних захворювань через незадовільні умови праці, відповідно, до і після реалізації заходів.

6. Зменшення коефіцієнта важкості захворювання

$$\Delta K_{zm} = \frac{D_{31}}{N_{31}} - \frac{D_{32}}{N_{32}}, \quad (5.8)$$

де  $D_{31}, D_{32}$  – кількість днів тимчасової непрацездатності через хвороби, відповідно, до запровадження заходу і після нього;

$N_{31}, N_{32}$  – кількість випадків захворювання, відповідно, до і після запровадження заходу.

7. Зменшення кількості випадків встановлення інвалідності внаслідок травматизму чи професійного захворювання

$$\Delta \text{Ч}_i = \frac{\text{Ч}_{i1} - \text{Ч}_{i2}}{\varphi} \times 100\%, \quad (5.9)$$

де  $\text{Ч}_{i1}, \text{Ч}_{i2}$  – чисельність працівників, яким встановлено інвалідність до і після запровадження заходу, осіб.

8. Скорочення плинності кадрів через незадовільні умови праці

$$\Delta \text{Ч}_n = \frac{\text{Ч}_{n1} - \text{Ч}_{n2}}{\varphi} \times 100\%, \quad (5.10)$$

де  $\text{Ч}_{n1}, \text{Ч}_{n2}$  – кількість працівників, що звільнилися за власним бажанням через незадовільні умови праці, відповідно, до і після запровадження заходу, осіб.

## Методика визначення економічної ефективності працезохоронних заходів

Збитки від захворювань і травм розраховують за такими формулами:

1. Визначення розміру матеріальних збитків підприємства, що їх завдає виробничий травматизм, здійснюється за формулою

$$M_{зт} = D_{т}(A + B_{т}), \quad (5.11)$$

де  $M_{зт}$  – збитки, обумовлені тим, що робітники, які отримали травми, не брали участі у створенні матеріальних цінностей, грн;

$D_{т}$  – загальна кількість днів непрацездатності за розрахунковий період часу, що викликані травматизмом та профзахворюваннями;

$A$  – середньоденна втрата прибутку від невиробленої продукції в розрахунку на один день, грн;

$B_{т}$  – середній розмір виплат за листками непрацездатності за один день непрацездатності всім потерпілим від травм, грн.

2. Визначення показника річних втрат, що обумовлені річним травматизмом, визначається за формулою

$$K_{вт} = \frac{M_{зт} \times 100}{P}. \quad (5.12)$$

3. Визначення розміру збитків, яких зазнає підприємство від загальних захворювань працівників, обчислюється за формулою

$$M_{зз} = D_{з}(A + B), \quad (5.13)$$

де  $M_{зз}$  – збитки, обумовлені тим, що хворі працівники не беруть участі у створенні матеріальних цінностей, грн.;

$D_{з}$  – загальна кількість робочих днів, що їх втратили за звітний період всі працівники, які хворіли;

$A$  – середньоденна втрата прибутку від невиробленої продукції в розрахунку на один день, грн.

4. Показник річних втрат, які обумовлені загальними захворюваннями працівників підприємства, визначається за формулою

$$K_{зз} = \frac{M_{зз} \cdot 100}{P}, \quad (5.14)$$

де  $K_{зз}$  – показник втрат, який характеризує збитки від загальних захворювань працівників, %;

$P$  – обсяг виробленої продукції за рік, грн;

$M_{зз}$  – річні збитки через захворювання працівників.

5. Узагальнений показник, який характеризує сумарні втрати підприємства від травматизму та загальних захворювань працівників, дорівнює

$$K_{uz} = K_{vt} + K_{zz}, \quad (5.15)$$

де  $K_{uz}$  – узагальнений показник втрат підприємства від травматизму та загальних захворювань працівників, %.

Цей показник визначає, скільки відсотків річного прибутку втрачено через травматизм, профзахворювання та загальні захворювання працівників підприємства.

Отриману суму затрат на охорону праці варто зменшити на суму річної економії підприємства від заходів щодо поліпшення безпеки праці. Наприклад, на підприємстві передбачені заходи, направлені на:

- зменшення рівня професійної захворюваності і виробничого травматизму;

- зменшення плинності кадрів за умовами праці.

Внаслідок впровадження перерахованих заходів матимемо економію витрат від поліпшення безпеки праці, яка складатиметься з таких статей:

- економії від зниження професійної захворюваності;

- економії зарплати за рахунок зростання продуктивності праці;

- економії від зменшення випадків травматизму;

- економії від зниження плинності кадрів;

- економії від скорочення пільг і компенсацій за роботу в несприятливих умовах.

Розрахунок статей економії здійснюємо в такій послідовності.

1. Скорочення витрат робочого часу за рахунок зменшення рівня професійної захворюваності та виробничого травматизму за певний час  $\Delta D$  визначаємо за формулою

$$\Delta D = \frac{D_1 - D_2}{100} \cdot Ч_3,$$

де  $D_1$ ,  $D_2$  – кількість днів непрацездатності через хвороби або травми на 100 працівників, відповідно, до і після вжиття заходів;

$Ч_3$  – річна середньооблікова чисельність працівників, осіб.

2. Зростання продуктивності праці  $\Delta W$  розраховується за формулою

$$\Delta W = \frac{\Delta D \cdot З_B}{P_{II}} \cdot 100\%$$

де  $З_B$  – вартість виробленої продукції за зміну на одного працівника промислово-виробничого персоналу;

$P_{II}$  – вартість річної товарної продукції підприємства.



3. Річна економія зарплати  $E_3$  за рахунок зростання продуктивності праці при зменшенні рівня захворюваності і травматизму обчислюється за формулою

$$E_3 = \frac{\Delta W \cdot Z_p}{100} \cdot \mathcal{C}_{cp},$$

де  $\mathcal{C}_{cp}$  – середньорічна чисельність промислово-виробничого персоналу;

$Z_p$  – середньорічна заробітна плата одного працівника з відрахуваннями на соціальне страхування.

4. Річна економія на собівартості продукції  $E_c$  за рахунок зменшення умовно постійних витрат устанавлюється так

$$E_c = \frac{Y \cdot \Delta D \cdot Z_B}{P_{\Pi}},$$

де  $Y$  – умовно постійні витрати у виробничій собівартості річного обсягу товарної продукції.

5. Економія за рахунок зменшення коштів на виплату допомоги в зв'язку з тимчасовою втратою працездатності визначається за формулою

$$E_{cc} = \Delta D \cdot \Pi_D,$$

де  $\Pi_D$  – середньоденна сума допомоги в зв'язку з тимчасовою втратою працездатності.

Річна економія за рахунок зниження рівня захворюваності становить

$$E_{pz} = E_3 + E_c + E_{cc}.$$

6. Економія від зменшення плинності кадрів визначається за формулою

$$E_{ПК} = (\mathcal{C}_{31} - \mathcal{C}_{32}) \cdot D_{\Pi} \cdot Z_B,$$

де  $\mathcal{C}_{31}$ ,  $\mathcal{C}_{32}$  – кількість працівників, що звільнилися за власним бажанням через несприятливі умови праці до і після впровадження заходів з охорони праці,

$D_{\Pi}$  – середня тривалість перерви в роботі звільненого при переході з одного підприємства на інше,

$Z_B$  – середньоденна вартість виробленої продукції на одного працівника промислово-виробничого персоналу.

Після підрахунку суми можливих збитків підприємства, які пов'язані з недосконалістю заходів з охорони праці, та суми затрат на охорону праці робимо висновок про доцільність чи недоцільність кожної статті витрат.

### 5.3 Практична частина

1. Вивчити методики визначення соціальної ефективності працезохоронних заходів, визначення збитків, пов'язаних з травматизмом і загальними захворюваннями працівників, розрахунку економічної ефективності заходів з покращення умов і охорони праці.

2. Розрахувати показники економічної ефективності заходів з охорони праці відповідно до індивідуального варіанту (додаток Д). Зробити відповідні висновки

#### Контрольні питання

1. За якими показниками оцінюється ефективність заходів щодо поліпшення умов і охорони праці?

2. З якою метою визначається економічна ефективність?

3. Що є основними джерелами отримання економічного ефекту від заходів щодо поліпшення умов і безпеки праці?

4. З якою метою розраховується соціально-економічна ефективність?

5. Які чинники свідчать про зміни стану умов праці?

6. Перерахуйте показники, які покращують соціальні результати заходів для поліпшення умов і охорони праці.

7. Які є статті економії витрат внаслідок впровадження заходів з охорони праці?

8. Охарактеризуйте методику визначення економічної ефективності працезохоронних заходів.

9. За рахунок чого досягається економія від зменшення плинності кадрів?

10. Яка структура збитків підприємства внаслідок ушкодження виробничих фондів?

#### Список джерел

1. Атаманчук П. С., Мендерецький В. В., Панчук О. П., Чорна О. Г. Безпека життєдіяльності : навч. посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2011. 276 с.

2. Бедрій Я.І., Дещинський Ю.Л., Мурін О.С. Основи охорони праці: навчальний посібник. Львів : «Магнолія 2006», 2007. 240 с.

3. Гандзюк, М. П., Желібо Е.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: підруч. для студ. вищих навч. закладів. Київ : Каравела, 2004. 408 с.

4. Гончаров В. М., Солоха Д. В., Припотень В. Ю., Фесіна О. А. Організація управління ефективним розвитком промислових підприємств в умовах ринкового конкурентного середовища: монографія. Донецьк, 2006. 206 с.

5. Дембіцька С.В. Розрахунок економічної ефективності заходів з охорони праці в процесі підготовки менеджерів. *Збірник наукових праць «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми»*. 2013. Випуск 34. С.266 – 271.

6. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій. Практикум : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2009. 540 с.

7. НПАОП 0.00-7.11-12 Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників. Затверджено Наказом МНС України № 67 від 25.01.2012.

8. Харазішвілі Ю. М. Теоретичні основи системного моделювання соціально-економічного розвитку України. Київ : ТОВ «ПоліграфКонсалтинг», 2007. 324 с.

## **6 ВИЗНАЧЕННЯ ВИДІВ ТА КІЛЬКОСТІ ПЕРВИННИХ ЗАСОБІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ**

### **Практична робота № 6**

**Мета роботи:** опанування принципів відбору первинних засобів пожежогасіння.

Для досягнення вказаної мети студенту потрібно:

1. Ознайомитися з наведеними теоретичними відомостями;
2. Вивчити порядок підбору відповідного типу вогнегасника для досліджуваного приміщення та опанувати алгоритм розрахунку кількості вогнегасників;
3. Виконати завдання зв відповідним варіантом;
4. Дати відповіді на всі контрольні питання, користуючись рекомендованою літературою;
5. Оформити звіт, зробивши відповідні висновки. з виконаної роботи.

#### **6.1 Підготовка та оформлення звіту**

Звіт має бути виконаний в зошиті або на аркушах формату А4 та вміщувати:

1. Назву практичної роботи;
2. Мету роботи;
3. Короткі теоретичні відомості (1 ... 1,5 с.);
4. Виконане відповідно до індивідуального варіанта завдання;
5. Загальні висновки за результатами виконаної роботи.

#### **6.2 Теоретичні відомості**

Пожежа – це неконтрольоване горіння, що супроводжується знищенням матеріальних цінностей та (або) створює загрозу життю і здоров'ю людей.

Горіння – це ланцюгова хімічна реакція окислення, що відбувається з виділенням тепла та втратою маси речовини. Горіння є фізико-хімічним процесом, тому що при ньому спостерігається два основних явища:

- 1) речовина змінює свій вид або форму;
- 2) змінюються властивості речовин.

Перше явище називається фізичним, друге – хімічним. Для горіння характерні такі ознаки: фізико-хімічне перетворення речовини, виділення тепла, випромінювання світла. Процес горіння протікає за наявності горючої речовини, окисника (кисню) та джерела запалювання У випадку відсутності одного з перерахованих факторів горіння неможливе.

Простір, в якому розвивається пожежа, умовно поділяється на три зони: горіння, теплової дії та задимлення (рис. 6.1).

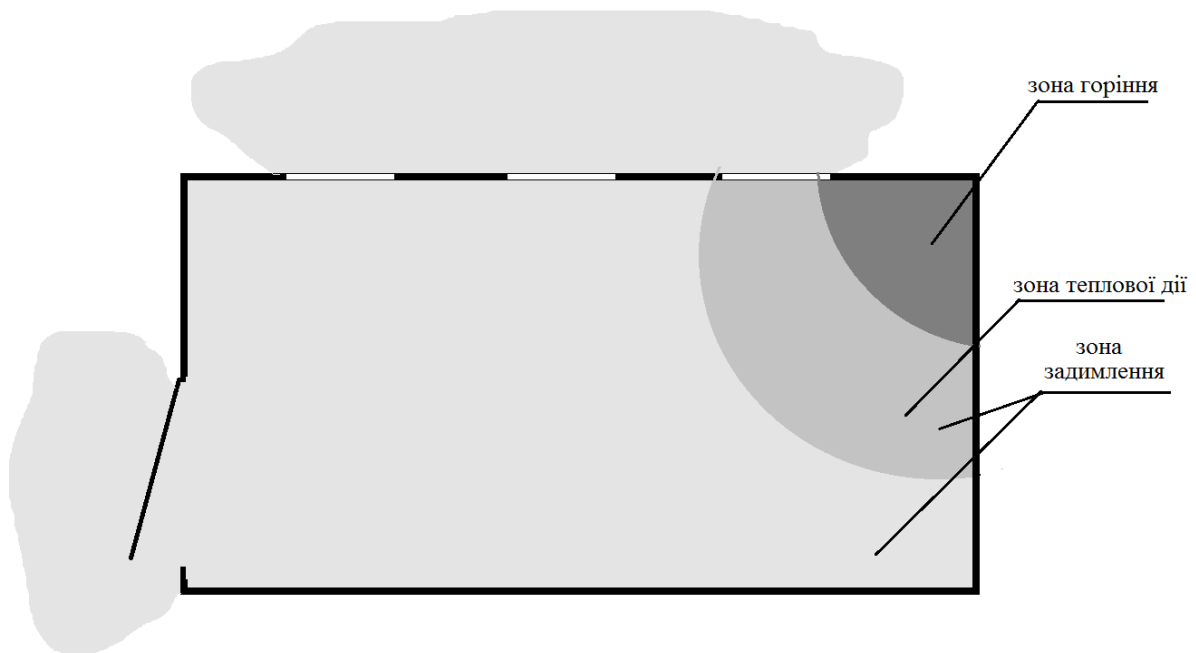


Рисунок 6.1 – Зонування пожежі

*Зоною горіння* називається частина простору, в якому протікають процеси термічного розкладання або випаровування горючих речовин і матеріалів в об'ємі факела полум'я.

*Зона теплової дії* примикає до межі зони горіння. В цій частині простору протікають процеси теплообміну між поверхнею полум'я, навколишніми конструкціями і горючими матеріалами. Передавання теплоти в навколишнє середовище здійснюється такими способами: конвекцією, випромінюванням, теплопровідністю, що є основними причинами розвитку пожежі.

Під *зоною задимлення* розуміють частину простору, заповнену димом, в якому неможливе знаходження людей без апаратів захисту органів дихання, а дії підрозділів ускладнюються через недостатню видимість.

*До основних пожежних ризиків належать:*

- наявність великої кількості людей, яким загрожують небезпечні фактори пожежі;
- наявність категорії людей з непередбачуваною поведінкою (хворі, малі діти, якщо мова йде про, наприклад, лікарні тощо);
- виникнення паніки;
- наявність людей, у яких стресова ситуація може викликати погіршення здоров'я;
- задимлення на поверхах, де відбувається горіння, на поверхах, розташованих нижче та вище;
- поширювання вогню та токсичних продуктів горіння у вертикальному напрямку як усередині будівлі, так і ззовні;

- задимлення сходових кліток і верхніх поверхів через шахти ліфтів та інші вертикальні канали;
- висока температура на шляхах евакуації та поверхах, де виникла пожежа (у коридорах і на сходових клітках);
- вибухи та спалахи;
- в разі обмеженої кількості дверних і віконних прорізів можливе підвищення температури до небезпечного для людини рівня не тільки в приміщеннях, де знаходиться зона горіння, а й у сусідніх приміщеннях;
- велике горюче навантаження приміщень;
- поверхневе горіння матеріалів і речовин;
- швидке поширювання вогню та диму через значну кількість отворів дверей, вікон, побутових і технологічних прорізів, комунікацій, балконів тощо;
- втрата цілісності, несучої здатності будівельних конструкцій та їх обвалення, поширювання в цих місцях полум'я;
- горіння в порожнинах будівельних конструкцій та в завалах;
- наявність матеріалів, у разі горіння яких виділяються небезпечні хімічні речовини;
- заповнення приміщень вибухонебезпечними та токсичними леткими продуктами горіння, які не можна виявити візуально;
- пошкодження електромереж та електроприладів під напругою, зокрема з пошкодженою електроізоляцією;
- пошкодження газових магістралей;
- розповсюдження пожежі на значні площі, задимлення великих об'ємів приміщень;
- складність планування рятувальних робіт.

*Типові порушення вимог пожежної безпеки на виробничих об'єктах:*

- відсутність або несправність систем автоматичного протипожежного захисту;
- невідповідність евакуаційних шляхів та виходів вимогам пожежної безпеки;
- несправність електрообладнання та систем блискавкозахисту;
- відсутність вогнезахисного оброблення будівельних конструкцій та елементів;
- відсутність необхідної забезпеченості первинними засобами пожежогасіння;
- недостатня увага до навчання персоналу діям у разі пожежі й проведення протипожежних тренувань.

### *Порядок дій у разі пожежі*

1. У разі виявлення ознак пожежі (горіння) кожний громадянин зобов'язаний:

– негайно повідомити про це за телефоном **101**. При цьому необхідно назвати місцезнаходження об'єкта, вказати кількість поверхів будинку, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;

– вжити (за можливості) заходів щодо евакуювання людей, гасіння (локалізації) пожежі первинними засобами пожежогасіння та збереження матеріальних цінностей;

– якщо пожежа виникла на підприємстві, повідомити про неї керівника чи відповідну компетентну посадову особу та (або) чергового на об'єкті;

– у разі необхідності викликати інші аварійно-рятувальні служби.

2. Посадова особа об'єкта, що прибула на місце пожежі, зобов'язана:

– перевірити, чи викликана Оперативно-рятувальна служба цивільного захисту (продублювати повідомлення), повідомити власника підприємства;

– у разі загрози життю людей негайно організувати їх рятування (евакуацію), використовуючи для цього наявні сили й засоби;

– видалити за межі небезпечної зони всіх працівників, не пов'язаних з ліквідуванням пожежі;

– припинити роботи в будинку (якщо це допускається технологічним процесом виробництва), крім робіт, пов'язаних із заходами для ліквідування пожежі;

– здійснити, в разі необхідності, відключення електроенергії (за винятком систем протипожежного захисту), зупинення транспортувальних пристроїв, агрегатів, апаратів, перекриття сировинних, газових, парових і водяних комунікацій, зупинення систем вентиляції в аварійному та суміжних з ним приміщеннях (за винятком пристроїв протидимового захисту) та вжити інших заходів, що сприяють запобіганню розвитку пожежі та задимленню будинку;

– перевірити включення оповіщення людей про пожежу, установок пожежогасіння, протидимового захисту;

– організувати зустріч підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту, надати їм допомогу у виборі найкоротшого шляху для під'їзду до осередку пожежі та у встановленні техніки на зовнішні джерела водопостачання;

– одночасно з гасінням пожежі організувати евакуацію і захист матеріальних цінностей;

– забезпечити дотримання безпеки праці працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі.

3. З прибуттям на пожежу пожежно-рятувальних підрозділів повинен бути забезпечений безперешкодний доступ їх на територію об'єкта, за винятком випадків, коли чинним законодавством встановлений особливий порядок допуску.

4. Після прибуття пожежно-рятувальних підрозділів адміністрація та інженерно-технічний персонал підприємства, будинку чи споруди зобов'язані брати участь у консультуванні керівника гасіння пожежі з приводу конструктивних і технологічних особливостей об'єкта, де виникла пожежа, прилеглих будівель та пристроїв, організувати залучення сил та засобів об'єкта до вжиття необхідних заходів, пов'язаних із ліквідацією пожежі та попередженням її поширення.

Будь-які виробничі, складські, адміністративні чи побутові приміщення та споруди мають бути оснащені переносними або пересувними вогнегасниками, які відповідають вимогам ДСТУ 3675-98 «Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань» та сертифіковані в Україні в установленому порядку.

Для гасіння пожеж всередині виробничих приміщень застосовуються:

- водяний вогнегасник (ВВ) для гасіння пожеж класу А;
- водопінний вогнегасник (ВВП) для гасіння пожеж класів А і В;
- порошковий вогнегасник (ВП) для гасіння пожеж класів А, В, С, а також устаткування під напругою до 1000 В (Е);
- вуглекислотний вогнегасник (ВВК) для гасіння пожеж класів В, а також устаткування під напругою до 1000 В (Е). Його доцільно використовувати для приміщень, де знаходяться цінні предмети, обладнання, яке під час гасіння не бажано пошкодити гасильним агентом (склади, класи ПЕОМ, бібліотеки тощо).

#### ***Алгоритм розрахунку кількості вогнегасників***

1. Визначаємо категорію приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою (А, Б, В, Г або Д) шляхом перевірки належності приміщень до категорій, наведених в табл. Е.1, (додаток Е) від вищої до нижчої для найбільш несприятливого щодо можливості виникнення пожежі або вибуху періоду.

2. Визначаємо клас можливої пожежі, який залежить від типу приміщення і виду речовин, які використовуються у виробничому процесі або зберігаються в приміщенні (складі).

ДСТУ EN 2:2014 згідно з європейським першоджерелом (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004) встановлює класи пожеж залежно від матеріалу, що горить, і не передбачає визначення конкретного класу пожежі, що супроводжується горінням електрообладнання під напругою. Зазначений стандарт передбачає поділ пожеж на такі класи:

- А – що супроводжуються горінням твердих матеріалів, зазвичай органічного походження, під час горіння яких, як правило, утворюються тліючі вуглини;



- В – що супроводжуються горінням рідин або твердих речовин, які переходять у рідкий стан;
- С – що супроводжуються горінням газів;
- D – що супроводжуються горінням металів;
- F – що супроводжуються горінням речовин, які використовують для приготування їжі (рослинних і тваринних олій та жирів) і містяться в кухонних приладах.

3. Визначаємо можливі типи вогнегасників, які можна використовувати для визначеного класу пожежі: вогнегасник ВВ (пожежі класу А), вогнегасник ВВП (пожежі класу А і В), вогнегасник ВП (пожежі класу А, В, С і (Е)) чи вогнегасник ВВК (пожежі класу В і (Е)), користуючись вказівками таблиці Е.2 (додаток Е).

4. Визначаємо площу приміщення  $S$ , м<sup>2</sup>.

5. Визначаємо кількість вогнегасників  $n$ , пгг. Кількість вогнегасників вибирається з таблиць Е.3–Е.5 (додаток Е) залежно від виду і марки (маса вогнегасної речовини) вибраного вогнегасника та площі приміщення.

6. Визначаємо місця розташування вогнегасників. Вогнегасники потрібно розміщувати в помітних місцях, де унеможливлено потрапляння на них прямих сонячних променів і безпосередньої дії опалювальних і нагрівальних приладів.

Ручні вогнегасники розташовуються таким чином:

- навішуванням на вертикальні конструкції на висоті не більше 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника і на відстані від дверей, достатній для її повного відкриття;

- установленням в пожежні шафи спільно з пожежними кранами, в спеціальні тумби або на пожежні щити і стенди;

- поблизу місць найбільш ймовірного виникнення пожежі;

- біля шляхів проходу;

- біля виходу з приміщення (вогнегасники не мають перешкоджати евакуації людей під час пожежі).

Відстань від можливого осередку пожежі до найближчого вогнегасника не має перевищувати:

- 20 м – для громадських будівель і споруд;

- 30 м – для приміщень категорій А, Б і В;

- 40 м – для приміщень категорій В і Г;

- 70 м – для приміщень категорії Д.

Вогнегасники, які мають повну масу менше 15 кг, мають бути встановлені таким чином, щоб їх верх розташовувався на висоті не більше 1,5 м від підлоги; переносні вогнегасники, що мають повну масу 15 кг і більше, мають встановлюватися так, щоб верх вогнегасника розташовувався на висоті не більше 1,0 м. Вони можуть встановлюватися на підлозі, з обов'язковою фіксацією від можливого падіння.

Відстань від дверей до вогнегасника має бути такою, щоб не заважати їх повному відкриванню. Вогнегасники не мають встановлюватися в таких місцях, де значення температури виходять за діапазон, вказаний на вогнегасниках.

7. Складаємо схему розташування вогнегасників. Для вибору типу та кількості вогнегасників для оснащення об'єкта потрібно враховувати фізико-хімічні та пожежонебезпечні властивості горючих речовин, характер їх взаємодії з вогнегасними речовинами, а також площу приміщень, будинків і споруд.

Приміщення, у якому розміщені декілька різних за пожежною небезпекою виробництв, не відділених одне від одного протипожежними стінами, оснащують вогнегасниками за нормами найбільш небезпечного виробництва. Потрібну кількість вогнегасників визначають окремо для кожного поверху та приміщення об'єкта. За наявності декількох приміщень з однаковим рівнем пожежної небезпеки кількість вогнегасників для їх захисту визначають згідно з нормами належності та з урахуванням сумарної площі цих приміщень. Якщо на об'єкті можливі осередки пожеж різних класів, то потрібно вибирати вогнегасники окремо для кожного класу пожежі або віддавати перевагу більш універсальному вогнегаснику щодо сфери застосування. При виборі таких вогнегасників їх кількість має дорівнювати більшому значенню, визначеному для кожного класу пожежі окремо. Врахувавши зауваження п. 6 на плані приміщення вказують місця розташування вогнегасників у вигляді кружечків або інших знаків. Приклад наведений на рис. 6.2.

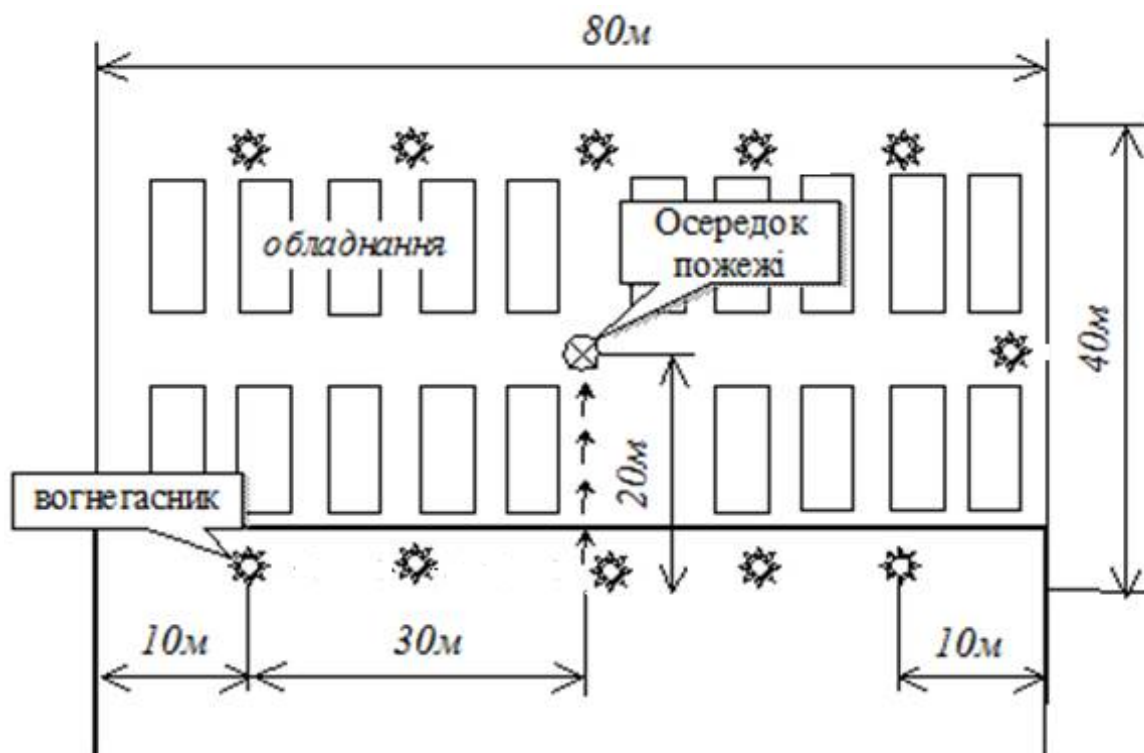


Рисунок 6.2 – Схема розташування вогнегасників в цеху підприємства

**Приклад.** Цех виробничого підприємства, у якому розміщені металорізальні верстати, має розміри 80 м × 40 м. визначити вид та розрахувати необхідну кількість вогнегасників для заданого приміщення.

*Визначення типу приміщення та класу можливої пожежі:* оскільки в цеху здійснюється механічне оброблення металів у холодному стані, то приміщення цеху належить до категорії Д за вибухопожежною та пожежною небезпекою. В цеху можливе займання електродвигунів верстатів, тому клас можливої пожежі буде «Е».

Відповідно, вихідні дані для виконання завдання такі:

- площа приміщення – 3200 м<sup>2</sup>;
- категорія за вибухопожежною та пожежною небезпеками – Д;
- клас можливої пожежі – «Е»;
- оснащення приміщення – верстати з електродвигунами, електрообладнання;
- розмір осередку можливої пожежі – незначний.

*Визначаємо, якого виду вогнегасники (переносні чи пересувні) потрібно встановити.* Головним критерієм вибору виду вогнегасників є величина можливого осередку пожежі. Оскільки розмір осередку можливої пожежі очікується незначний, приймаємо рішення про оснащення приміщення переносними вогнегасниками.

*Визначаємо рекомендовані типи вогнегасників.* Визначаємо, що для наших вихідних умов (приміщеннями категорії Д, клас можливої пожежі – «Е» наявні рекомендації щодо оснащення порошковими вогнегасниками (додаток Е). Для захисту промислових об'єктів рекомендованими є такі типи переносних порошкових вогнегасників: ВП-5, ВП-6, ВП-9, ВП-12 (записуємо в табл. 6.1).

*Визначаємо кількість вогнегасників.* Для площі нашого цеху 3200 м<sup>2</sup> знаходимо потрібну кількість порошкових вогнегасників для кожного з рекомендованих типів. Результати заносимо до таблиці 6.1.

*Визначаємо ефективності вогнегасників за їх вогнегасною здатністю.* Користуючись довідковими таблицями (додаток Е) для вибраних типів вогнегасників визначаємо сумарний коефіцієнт ефективності для всіх вогнегасників за їх вогнегасною спроможністю щодо гасіння модельних вогнищ пожеж (для пожежі класу А або класу В). Результати заносимо до табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Вибір вогнегасників для оснащення приміщення

Ч.ч.	Види вогнегасників	Порошкові		
		ВП-5, ВП-6	ВП-9	ВП-12
1	Типи вогнегасників	ВП-5, ВП-6	ВП-9	ВП-12
2	Їх кількість для площі 200 м <sup>2</sup>	4	3	2
3	Їх кількість для площі 1000 м <sup>2</sup>	6	4	3
4	Загальна кількість вогнегасників для цеху площею 3200 м <sup>2</sup>	28	15	11
5	Коефіцієнт ефективності вогнегасника для пожежі класу А	6	8	12
6	Сумарний коефіцієнт ефективності для всіх вогнегасників	168	120	132
7	Прийнятий тип вогнегасників			+

*Прийняття рішення.* Враховуючи зручність експлуатації вогнегасників та облаштування місць їх розташування, приймаємо рішення, що 24 вогнегасника для одного цеху – забагато, а варіанти з 15 та 11 вогнегасниками є приблизно рівноцінними як за кількістю, так і за сумарним коефіцієнтом ефективності вогнегасників (в цьому прикладі оцінка ефективності для пожежі класу А не є вирішальним фактором). Беручи до уваги те, що осередками можливої пожежі є електродвигуни верстатів, остаточно вибираємо з усіх можливих варіантів оснащення цеху вогнегасниками типу ВП-12 в кількості 11 шт.

*Висновок.* Для оснащення механічного цеху, який за вибухопожежною та пожежною небезпеками належить до категорії Д, клас можливої пожежі «Е», вибрано до встановлення 11 порошкових вогнегасників типу ВП-12.

### 6.3 Практична частина

1. Відповідно до варіанта (таблиця Е.6, додаток Е) обрати тип і розміри приміщення, визначити категорію приміщення і тип вогнегасника.
2. За площею приміщення визначити кількість вогнегасників.
3. На схемі приміщення розташувати вогнегасники і обґрунтувати їх розташування.
4. Оформити підсумкову таблицю (табл. 6.2).

Таблиця 6.2 – Підсумкова таблиця

Ч.ч.	Види вогнегасників			
1	Типи вогнегасників			
2	Їх кількість для площі ____ м <sup>2</sup>			
3	Їх кількість для площі ____ м <sup>2</sup>			
4	Загальна кількість вогнегасників для цеху площею ____ м <sup>2</sup>			
5	Коефіцієнт ефективності вогнегасника для пожежі класу А			
6	Сумарний коефіцієнт ефективності для всіх вогнегасників			
7	Прийнятий тип вогнегасників			

## Контрольні питання

1. Що таке пожежа? Які основні ризики можливі під час пожежі?
2. Перерахуйте типові порушення вимог пожежної безпеки на виробничих об'єктах.
3. Який порядок дій у разі пожежі?
4. Дайте характеристику приміщень за категоріями вибухо- і пожежної небезпеки.
5. Вкажіть порядок розрахунку кількості вогнегасників.
6. Як правильно вибрати тип вогнегасника для об'єкта?
7. Від чого залежить кількість вогнегасників, потрібних для пожежного захисту приміщення?
8. Перерахуйте основні вимоги щодо розташування вогнегасника на об'єкті пожежного захисту.
9. На Вашу думку, що краще: більше вогнегасників з меншою масою вогнегасної речовини, чи навпаки?

## Список джерел

1. Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>
2. Атаманчук П. С., Мендерецький В. В., Панчук О. П., Чорна О. Г. Безпека життєдіяльності : навч. посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2011. 276 с.
3. Бедрій Я.І., Дещинський Ю.Л., Мурін О.С. Основи охорони праці: навчальний посібник. Львів : «Магнолія 2006», 2007. 240 с.
4. Гандзюк, М. П., Желібо Е.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: підруч. для студ. вищих навч. закладів. Київ : Каравела, 2004. 408 с.
5. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій. Практикум : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2009. 540 с.
6. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. URL: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_36/5-1-0-1759](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759)
7. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: [http://www.poliplast.ua/doc/dbn\\_v.1.1-7-2002..pdf](http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002..pdf)

## 7 ОЦІНЮВАННЯ МОЖЛИВИХ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ОБ'ЄКТІ З СИЛЬНОДІЮЧИМИ ОТРУЙНИМИ РЕЧОВИНАМИ

### Практична робота № 7

**Мета роботи:** опанувати методи прогнозування ситуації, що може скластися під час аварії на промисловому об'єкті, який містить СДОР, і визначення заходів, спрямованих на захист людей та зменшення наслідків аварії.

Для досягнення вказаної мети студенту потрібно:

1. Ознайомитися з наведеними теоретичними відомостями;
2. Вивчити методику оцінювання можливих наслідків аварії на промисловому об'єкті, який містить СДОР;
3. Виконати завдання за відповідним варіантом;
4. Дати відповіді на всі контрольні питання, користуючись рекомендованою літературою;
5. Оформити звіт, зробивши відповідні висновки з виконаної роботи.

#### 7.1 Підготовка та оформлення звіту

Звіт має бути виконаний в зошиті або на аркушах формату А4 та вміщувати:

1. Назву практичної роботи;
2. Мету роботи;
3. Короткі теоретичні відомості (1 ... 1,5 с.);
4. Виконане відповідно до індивідуального варіанта завдання;
5. Загальні висновки за результатами виконаної роботи.

#### 7.2 Теоретичні відомості

**Сильнодіючі отруйні речовини (СДОР)** – це токсичні хімічні сполуки, які використовуються у промисловості, вилив або викид яких в довкілля може призвести до зараження його з небезпечними концентраціями для здоров'я або життя людей. До об'єктів, котрі виробляють, використовують та зберігають СДОР, відносять підприємства хімічної, нафтохімічної промисловості; підприємства, що мають холодильні установки, в яких як холодоагент використовується аміак; водопровідні та очисні споруди, на яких застосовується хлор; залізничні станції та магістралі; склади і бази з запасами отрутохімікатів або інших речовин для дезінфекції та дератизації.

Залежно від характеру дії на організм людини хімічні речовини поділяються на: токсичні, подразнюючі, мутагенні, канцерогенні, наркотичні, задушливі та ті, що впливають на репродуктивну функцію.

**Токсичні речовини** – це речовини, які викликають отруєння усього організму людини або впливають на окремі системи людського організму

(кровотворну, центральну нервову). Ці речовини викликають патологічні зміни певних органів, наприклад, нирок, печінки. До таких речовин належать такі сполуки, як чадний газ, селітра, розчини кислот чи лугів.

*Подразнюючі речовини* викликають подразнення слизових оболонок, дихальних, шляхів, очей, легень, шкіри (пари кислот, лугів, аміак).

*Мутагенні речовини* призводять до порушення генетичного коду, зміни спадкової інформації (свинець, радіоактивні речовини тощо).

*Канцерогенні речовини* викликають, як правило, злоякісні новоутворення – пухлини (ароматичні вуглеводні, циклічні аміни, азбест, нікель, хром).

*Наркотичні речовини* впливають на центральну нервову систему (спирти, ароматичні вуглеводні).

*Задушливі речовини* призводять до токсичного набряку легень (оксид вуглецю, оксиди азоту).

Прикладом речовин, що впливають на репродуктивну функцію, можуть бути: радіоактивні ізотопи, ртуть, свинець.

*Сенсибілізатори* – це речовини, що діють як алергени (розчинники, формалін, лаки на основі нітро- та нітрозосполук тощо)

#### ***Основні особливості СДОР:***

- здатність переноситись за напрямком вітру на великі відстані (десятки км) та викликати ураження людей у районах, які знаходяться на значних відстанях від місця аварії;

- заражене СДОР повітря здатне проникати у негерметизовані приміщення і тим самим викликати ураження людей;

- велика різноманітність СДОР унеможлиблює створення фільтрувального протигазу від всіх видів отруйних речовин;

- здатність багатьох СДОР викликати ураження не тільки в результаті безпосереднього впливу на людей, але і через забруднену воду, харчові продукти, речі, що оточують нас.

***Токсична дія СДОР на організм визначається нижчеописаними факторами***

***1. Фізичні якості СДОР.*** Залежно від умов зберігання СДОР можуть бути в газоподібному стані, рідкому, твердому агрегатному, аерозольному. Запах отруйних речовин виявляють технічними засобами. Леткість – максимальна концентрація насиченої пари при даній температурі, яка вимірюється в г/м<sup>3</sup> повітря. Щільність пари – визначається відношенням 1 м<sup>3</sup> пари отруйної речовини до 1 м<sup>3</sup> повітря і залежить від молекулярної маси. До фізичних властивостей належить також температура кипіння, питома вага, розчинність у воді, жирах, ліпідах.

***2. Хімічні властивості СДОР.*** При контакті отрути з клітинами тканин можливі декілька видів їх хімічного впливу:

а) дія на рецептори – холінергічні, адренергічні, дофамінові, серотонінові, гістамінові, пуринові, опіатні, ГАМК та ін.;

- б) мембранотоксична дія, причиною якої є первинна зміна фізико-хімічних властивостей ліпідного прошарку біомембран;
- в) порушення метаболізму в клітинах, зокрема її регуляційних систем;
- г) генотоксична дія та пошкодження системи білкового синтезу.

Знання хімічних властивостей СДОР потрібне для підбору методу їх нейтралізації (дегазація), визначення в різноманітних середовищах (індикація), пояснення механізму уражаючої дії та застосування антидотів.

### **3. Шляхи надходження СДОР в організм**

В організм людини вони потрапляють через незахищену шкіру (перкутанні ушкодження) та кон'юнктиву ока, через рот (пероральні ураження), інгаляційним шляхом, через опікові поверхні та рани. При будь-якому шляху надходження СДОР в організм людини можливі три види дії – рефлекторна, місцева, загальнорезорбтивна.

**4. Токсична концентрація СДОР в повітрі та їх доза в воді, продуктах харчування та інших середовищах.** При цьому виділяють:

- гранично допустимі концентрації (дозы) – найменша кількість токсичної речовини, при яких симптоми отруєння не настають;
- порогові концентрації (дозы) – найменша кількість токсичної речовини в об'ємі повітря (1 л/м<sup>3</sup>) або речовини в продуктах харчування чи інших середовищах (1 мг/1 кг), яка викликає початкові симптоми отруєння;
- середньосмертельні дози, які викликають загибель 50% уражених;
- абсолютно смертельна концентрація дози, яка призводить до загибелі 100% уражених.

**Хімічно-небезпечними об'єктами (ХНО)** називають об'єкти, де виготовляють, використовують як сировину, зберігають чи транспортують СДОР; де при аварії та зруйнуванні можуть відбутися масові ураження людей, тварин і рослин.

До хімічно небезпечних об'єктів можуть бути віднесені:

- підприємства хімічної, нафтопереробної, нафтоперегінної галузі;
- підприємства, що використовують холодоагенти;
- підприємства целюлозно-паперової промисловості;
- підприємства харчової промисловості;
- водогінні і водоочисні станції, що використовують хлор (водоканал);
- залізничні станції з парком для відстою потягів з отрутохімікатами, порти;
- склади та бази, де зберігають отрутохімікати, що використовуються в с/г;
- склади та бази з речовинами для дезінфекції, дезінсекції, дератизації;
- склади Міністерства оборони України з ракетним паливом, ракетні частини з шахтами;
- склади для зберігання СДОР, ОР, отрутохімікатів;
- лабораторії, науково-дослідні інститути, де використовують СДОР.



### **Причини аварій на ХНО:**

- вихід з ладу агрегатів, механізмів, вузлів, трубопроводів, ушкодження ємностей;
- порушення герметичності зварних швів і з'єднувальних фланців;
- недотримання техніки безпеки, організаційні і людські помилки;
- порушення правил безпеки і транспортування хімічних речовин;
- терористичні акти, акти обману, саботажу чи диверсій;
- зовнішня дія сил природи і техногенних систем на обладнання.

Під час аварій на ХНО і транспорті 25% викидів СДОР становить аміак, 20% – хлор, 10% – кислоти, 5% – ароматичні вуглеводні (бензол, толуол, ксилол), 2% – ртуть, 1–2% – інші СДОР. Головною особливістю хімічних аварій (на відміну від інших промислових катастроф) є їх здатність розповсюджуватись на значній території, де можуть виникати великі зони небезпечного забруднення навколишнього середовища.

Головним фактором ураження при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах є хімічне зараження місцевості і приземного шару повітря. Прикладом є хімічна катастрофа в індійському місті Бхопал (1984 рік), де внаслідок аварії на хімічному заводі (витік 30 т метилізоціанату) було уражено близько 300 тис. осіб, з яких понад три тисячі загинули.

**Осередок хімічного ураження** – територія з населенням, технічними засобами, народногосподарськими об'єктами, в межах якої відбувся розлив, викид газів, парів, аерозолів отруйних речовини (після аварії), що призвело до масового ураження людей, тварин, рослин.

Залежно від тривалості дії та часу формування втрат серед населення осередки ураження СДОР поділяються на чотири види:

1. Стійкі швидкодіючі (деякі ФОС, фурфурол, анілін, аміак);
2. Стійкі, повільнодіючі (іприт, люїзит, сірчана кислота, тетраетил свинець, кислота сульфатна);
3. Нестійкі швидкодіючі (аміак, синильна кислота, акрілонітрит, закис вуглецю, бензол, водню фтори, дихлоретан);
4. Нестійкі, повільнодіючі (фосген, хлор, азотна кислота, хлорпікрин, метилбромид, гранозан).

<b><i>Вид осередку</i></b>	<b><i>Тривалість уражаючої дії</i></b>	<b><i>Час формування втрат серед населення</i></b>
Стійкий Швидкодіючий	Понад 1-ї години	Хвилини–десятки хвилин
Стійкий, Повільнодіючий	Понад 1-ї години	Години–десятки годин
Нестійкий швидкодіючий	Хвилини–десятки хвилин	Хвилини–десятки хвилин
Нестійкий, Повільнодіючий	Хвилини–десятки хвилин	Години–десятки годин

Кожний вид осередку ураження СДОР має свої особливості, які потрібно враховувати під час організації медичної допомоги ураженому населенню.

**Швидкодіючі осередки характеризуються:**

- одномиттєвим (хвилини, десятки хвилин) ураженням великої кількості людей;
- швидким виникненням інтоксикації, в основному, з важкими ураженнями;
- необхідністю надання медичної допомоги ураженим у максимально короткий термін як в осередку, так і за його межами (особливого значення набуває надання само- і взаємодопомоги);
- потребою в терміновій евакуації уражених з осередку.

**Особливостями повільнодіючих осередків є:**

- поступове, протягом декількох годин виявлення ознак ураження;
- необхідність активного виявлення уражених серед населення;
- евакуація уражених у міру їхнього звертання і виявлення.

**Для осередків ураження стійкими СДОР характерна:**

- тривалість небезпеки ураження людей;
- можливість ураження людей, які потрапили в осередок після його виникнення;
- небезпека ураження після виходу з осередку за рахунок випару СДОР (із зараженого одягу, волосся, шкірних покривів) чи контакту із зараженими предметами;
- необхідність проведення в короткий термін санітарної обробки;
- небезпека уражених, яким не проведена санітарна обробка;
- необхідність проведення дегазації території осередку, одягу, взуття, засобів захисту уражених, а також транспортних засобів та інше.

**Дія деяких СДОР на організм людини**

**Хлор** – зеленувато-жовтий газ із різким запахом, у 2,5 раза важчий за повітря. Легко накопичується в підвалах, тунелях, підземних переходах, загалом всюди, де можуть ховатися люди. При виході з ємкостей димить. Добре розчиняється у воді, забруднюючи водойми, усе живе у водоймі гине.

Негорючий, але підтримує горіння багатьох органічних речовин: водню, ацетиленометалів. Водень утворює з хлором суміші, що вибухають на сонячному світлі. Точка кипіння  $-34,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , отже, навіть зимою хлор знаходиться в газоподібному стані. Легко зріджується. За тиску 5–7 атм. перетворюється в рідину. Транспортується в балонах і цистернах. При аварії та розливі рідкий хлор випаровується, створюючи з водяними парами білий туман. 1 кг рідкого хлору утворює 35 л газів. Великі накопичення хлору можуть бути на фільтрувальних станціях, очисних спорудах, у плавальних басейнах тощо.

Поріг сприйняття – 0,003 мг/л (ледь чутний запах хлору); вражаюча концентрація – 0,01 мг/л; смертельна доза – 0,1–0,2 мг/л; смерть може настати від декількох вдихів протягом однієї хвилини від ураження дихального і серцево-судинного центрів (блискавична форма). При дещо менших концентраціях смерть настає протягом 20–30 хвилин унаслідок хімічного опіку та набряку легенів і асфіксії.

*Клінічні ознаки.* Хлор суттєво подразнює слизові оболонки очей і верхніх дихальних шляхів, викликає їхній опік. У постраждалого з'являється сухий кашель, біль за грудиною, порушення координації, задишка, різь в очах, слезотеча. Через 2–4 години розвивається токсичний набряк легенів — синюшність, ядуха, смерть. За великих концентрацій (більше 0,2 мг/л) смерть практично миттєва від паралічу дихального і серцевого центрів.

**Фосген** – СДОР задушливої дії, тобто надходить в організм через органи дихання і в остаточному підсумку призводить до порушення дихання, ядухи. Вже при незначних концентраціях відчувається солодкуватий запах прілого сіна (гнилі) і неприємний присмак у роті, подразнення слизових оболонок очей, кашель, утруднення дихання, тиск за грудиною, нудота, іноді блювота.

Тривалість дії фосгену влітку до 30 хв, взимку – до 3 год. Тривале зараження повітря може бути лише у місцях його застою. Фосген уражує легені людини, спричиняючи набряк, подразнює очі й слизові оболонки. Має властивості кумулятивної дії.

*Клінічні ознаки:* подразнення очей, слезотеча, запаморочення, загальна слабкість. Прихований період дії 4–5 год, за цей час розвивається ураження легеневої тканини. Потім з'являються кашель, посиніння губ, вух, кінчиків пальців ніг і рук, головний біль, задишка, температура підвищується, до 39 °С. Смерть настає через дві доби від набряку легень.

Від фосгену органи дихання надійно захищає протигаз. Засоби захисту шкіри не потрібні. Всі люди, які потрапили у зону зараження, незалежно від їх суб'єктивного стану, мають бути евакуйовані. Не допускається виведення їх пішки, навіть якщо немає скарг. Необхідна швидка евакуація, тому що одягнутий протигаз (внаслідок утрудненого дихання) підвищує фізичне навантаження на ураженого, тоді як йому потрібний повний спокій. Треба виносити постраждалих тільки на ношах, хоча вони і можуть пересуватися самотійно. Рекомендуються зігрівання тіла, гарячий чай, молоко або кава.

**Аміак** – безбарвний газ із гострим запахом нашатирю, легший за повітря, добре горить, вибухонебезпечний. Температура кипіння становить -33,5 °С. Димить при виході з балонів, цистерн, холодильних агрегатів. У холодильних установках (компресорах) промислових харчових об'єктів містяться тонни аміаку (м'ясокомбінати, пивзаводи, молокозаводи, холодильні склади). Аміак у газоподібному стані може самозайматися при температурі 650 °С. Рідкий аміак горіння не підтримує. Властивості:

- поріг сприйняття – 0,035 мг/л;
- подразнення верхніх дихальних шляхів відзначається при концентрації 0,3 мг/л; подразнення очей – 0,5 мг/л;
- подразнення шкіри – 7,21 мг/л (з'являється червоність, пухири);
- кашель задушливий – 1,25 мг/л;
- токсична доза при 1,5 мг/л протягом 1 години (50% персоналу може загинути від набряку легень);
- при концентрації 3,5 мг/л протягом декількох хвилин настає смерть.

*Клінічні ознаки.* Аміак в першу чергу вражає нервову систему, знижує спроможність клітин нервової системи засвоювати кисень. Подразнення рецепторів блукаючого нерва може викликати рефлекторне гноблення дихального центру і серцевої діяльності. При великих концентраціях аміаку (1,5–3,5 мг/л) смерть може настати в перші ж хвилини при явищах гострої дихальної і серцево-судинної недостатності. Згодом ураження парами аміаку викликає запалення легень, бронхіти, пневмонії, трахеобронхіти, набряки гортані, токсичний набряк легень. Вплив аміаку на ЦНС виявляється у збудженні, судомах. Це пояснюється, мабуть, нестачею кисню в крові і нервових клітинах.

Аміак також здійснює місцеве подразнення слизових оболонок очей, дихальних шляхів. Звідси – задушливий кашель, нежить, утруднення дихання, різі в очах, сльозотеча. Пульс частий, серцебиття.

**Сірчистий ангідрид** (сірки двоокис, оксид сірки) – безбарвний газ з характерним різким запахом. У природі зустрічається у вулканічних газах. При 10,5 °С згущується в безбарвну рідину, що твердіє при 75 °С у кристалічну масу. Критична температура 157,3 °С, критичний тиск – 77,8 атм.

Основна сфера застосування – виробництво сірчаної кислоти; застосовується в паперовій і текстильній промисловості, а також для сульфатації овочів і фруктів. Велика теплота випару і легка конденсовність дозволяють використовувати його в холодильній техніці. Як сильний відновник у водних розчинах сірчистий ангідрид обезбарвлює багато органічних фарбників і застосовується при вибілюванні тканин, цукру і ін.

Сірчистий ангідрид токсичний. Він може потрапляти в організм через дихальні шляхи під час випалення сірчаних руд (при виготовленні сірчаної кислоти) на міделиварних заводах, при спалюванні палива, що містить сірку, в кузнях, котельних, на суперфосфатних заводах, теплових електростанціях і т. п.

*Клінічні ознаки.* У легких випадках отруєння сірчистим ангідридом з'являються кашель, нежить, сльозотеча, відчуття сухості в горлі, осиплість, біль в грудях; при гострих отруєннях середньої тяжкості, крім того, головний біль, запаморочення, загальна слабкість; при огляді – ознаки хімічного опіку слизових оболонок дихальних шляхів. Тривала дія сірчистого ангідриду може викликати хронічне отруєння. Воно виявляється атрофічним ринітом, поразкою зубів, токсичним бронхітом з

нападами задухи, що часто загострюється. Можливі ураження печінки, системи крові, розвиток пневмосклерозу.

### Методика оцінювання можливих наслідків аварії на об'єкті з СДОР

Для оцінювання хімічної обстановки, яка може скластися на місцевості під час аварії на хімічно-небезпечному об'єкті, потрібно з'ясувати:

- розміри та площі зони хімічного забруднення;
- час підходу хмари забрудненого повітря до відповідної межі чи об'єкта;
- час вражаючої дії СДОР;
- способи захисту людей в зоні хімічного ураження.

#### 1. Визначення розмірів та площі зони хімічного забруднення

Схематично зону хімічного забруднення зображують таким чином (рис. 7.1).

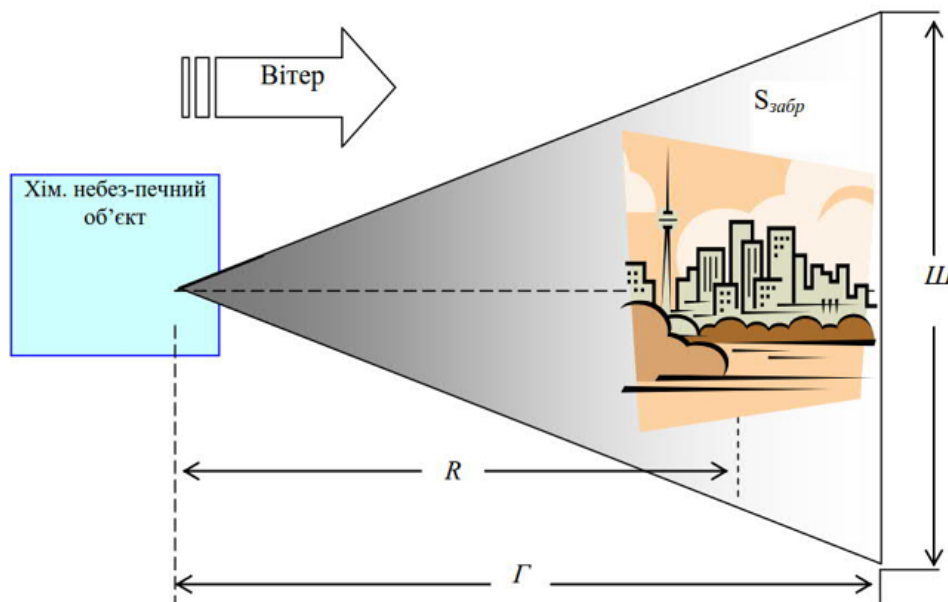


Рисунок 7.1 – Зона можливого хімічного забруднення:  
 $Г$  – глибина,  $Ш$  – ширина,  $S_{забр}$  – площа зони хімічного забруднення,  
 $R$  – відстань від місця аварії до досліджуваного об'єкта

Розміри зони забруднення залежать від багатьох факторів:

- типу і кількості СДОР, що може вилитися під час аварії;
- умов зберігання;
- ступеня вертикальної стійкості повітря: *інверсія* (знизу холодне повітря, зверху – тепле, перемішування повітря у вертикальній площині мінімальне); *ізотермія* (температура повітря по висоті майже не змінюється); *конвекція* (знизу тепле повітря, зверху – холодне, інтенсивне перемішування повітря у вертикальній площині);
- швидкості вітру;

– рельєфу місцевості, наявності на ній лісових масивів, а також забудови багатоповерховими будинками.

Для визначення глибини зони хімічного забруднення скористаємося табл. 7.1, яка складена за умови, що швидкість вітру дорівнює 1м/с.

Якщо швидкість вітру більша за 1м/с, то знайдене з таблиці 7.1 значення глибини зони хімічного забруднення корегуємо на поправковий коефіцієнт, що береться з таблиці 7.2.

Таблиця 7.1 – Глибина зони хімічного забруднення на відкритій місцевості, км (швидкість вітру 1 м/с)

Найменування СДОР	Кількість СДОР в ємностях, т					
	5	10	25	50	75	100
<i>При інверсії</i>						
Хлор, фосген	23	49	80	Більше 80		
Аміак	3,5	4,5	6,5	9,5	12	15
Сірчастий ангідрид	4	4,5	7	10	12,5	17,5
<i>При ізотермії</i>						
Хлор, фосген	4,6	7	11,5	16	19	21
Аміак	0,7	0,9	1,3	1,9	2,4	3
Сірчастий ангідрид	0,8	0,9	1,4	2	2,5	3,5
<i>При конвекції</i>						
Хлор, фосген	1	1,4	1,96	2,4	2,85	3,15
Аміак	0,21	0,27	0,39	0,5	0,62	0,66
Сірчастий ангідрид	0,24	0,27	0,42	0,52	0,65	0,77

Таблиця 7.2 – Поправкові коефіцієнти для швидкості вітру понад 1м/с

Швидкість вітру, м/с		2 м/с	3 м/с	4 м/с
Поправковий коефіцієнт	При інверсії	0,6	0,45	0,38
	При ізотермії	0,71	0,55	0,5
	При конвекції	0,7	0,62	0,55

Ширина зони хімічного забруднення залежить від глибини зони та ступеня вертикальної стійкості повітря. Вона розраховується за таким співвідношенням:

$$Ш = 0,03Г - \text{при інверсії,}$$

$$Ш = 0,15Г - \text{при ізотермії,}$$

$$Ш = 0,8Г - \text{при конвекції.}$$

Площа рівнобічного трикутника зони хімічного забруднення розраховується за формулою

$$S_{\text{забр}} = 0,5 \cdot Ш \cdot Г. \quad (7.1)$$

## 2. Визначення часу підходу забрудненого повітря

Час підходу забрудненого повітря до відповідного об'єкта залежить від відстані  $R$  між місцем розливу отруйної речовини та об'єктом, а також від швидкості перенесення ( $W$ ) забрудненого повітря. Середня швидкість перенесення забрудненого повітря, залежно від умов, наведена в таблиці 7.3.

Тоді час підходу визначається за формулою

$$t_{\text{підх}} = \frac{R}{W}. \quad (7.2)$$

Таблиця 7.3 – Середня швидкість перенесення хмари забрудненого повітря  $W$ , м/с

Швидкість вітру, м/с	Інверсія		Ізотермія		Конвекція	
	$R \leq 10$ км	$R > 10$ км	$R \leq 10$ км	$R > 10$ км	$R \leq 10$ км	$R > 10$ км
1	2	2,2	1,5	2	1,5	1,8
2	4	4,5	3	4	3	3,5
3	6	7	4,5	6	4,5	5
4	-	-	6	8	-	-

## 3. Визначення часу вражаючої дії СДОР

Час вражаючої дії СДОР  $t_{\text{ур}}$  (тривалість забруднення місцевості) визначається часом випаровування СДОР з поверхні розливу  $t_{\text{вип}}$

$$t_{\text{ур}} = t_{\text{вип}} = \frac{G}{C_{\text{вип}}}. \quad (7.3)$$

де  $G$  – маса розлитої отруйної речовини, тонн;

$C_{\text{вип}}$  – швидкість випаровування, т/хв.

Швидкість випаровування отруйної речовини розраховується за формулою

$$C_{\text{вип}} = 12,5 \cdot S \cdot P_s \cdot (5,38 + 4,1 \cdot V_B) \cdot \sqrt{M} \cdot 10^{-8}, \text{ т/хв.} \quad (7.4)$$

де  $S$  – площа розливу отруйної речовини,  $\text{м}^2$ ;

$P_s$  – тиск насиченого пару отруйної речовини,  $\text{кПа}$ ;

$V_B$  – швидкість вітру,  $\text{м/с}$ ,

$M$  – молекулярна маса СДОР,  $\text{г/моль}$ .

Площу можливого розливу СДОР визначають за профілем місцевості, де розташовані ємності для їх зберігання. Якщо аналізується можливість вилиття отруйної речовини на відкритому майданчику, то площа розливу визначається за умови, що СДОР покриє поверхню землі шаром  $0,05 \text{ м}$

$$S = \frac{B}{0,05} = \frac{G}{0,05 \cdot \rho}, m^2 \quad (7.5)$$

де  $B$  – об'єм отруйної рідини, що вилася при аварії,  $m^3$ .

$G$  – маса розлитої рідини,  $t$ ;

$\rho$  – густина СДОР,  $t/m^3$ .

Значення параметрів СДОР наведені в таблиці 7.4.

Величина тиску  $P_s$  насиченої пари СДОР залежить від температури повітря і визначається з графіків (рис. 7.2).

Таблиця 7.4 – Значення деяких параметрів СДОР

Тип СДОР	Молекулярна маса, $M$ , $g/mol$	Густина, $\rho$ $t/m^3$
Хлор	71	1,56
Фосген	99	1,42
Аміак	17	0,68
Сірчастий ангідрид	64	1,46

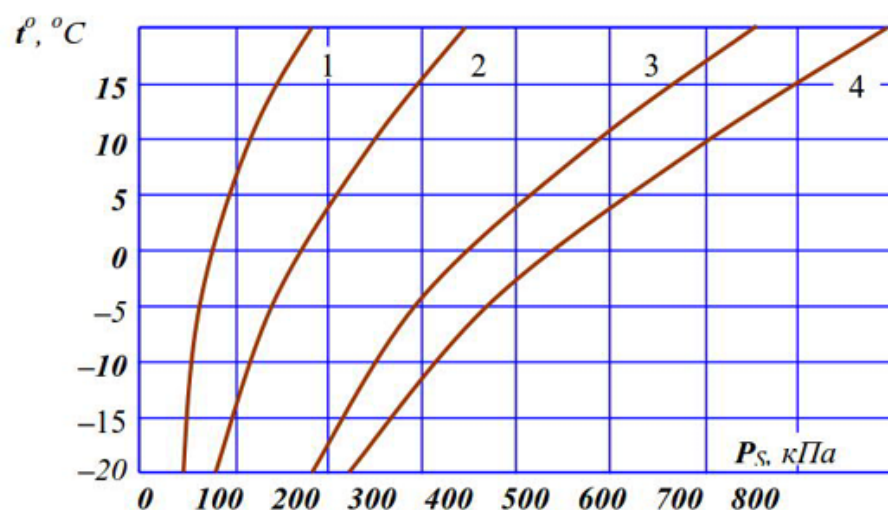


Рисунок 7.2 – Графіки залежності тиску насичених парів СДОР від температури: 1 – фосген; 2 – сірчастий ангідрид; 3 – хлор; 4 – аміак

#### 4. Оцінення способів захисту людей, що можуть потрапити в осередок хімічного ураження

Осередком хімічного ураження називають об'єкт або населений пункт, які потрапили в зону хімічного забруднення.

Під час забруднення об'єкта чи населеного пункту люди можуть знаходитись як в будинках, так і поза ними. Будинки мають відповідні захисні властивості. Протигази значно підвищують захист людей, але не дають повної гарантії їх безпеки. Так, несправні протигази, неправильно підбраного розміру, старі, що втратили свої захисні властивості, знижують імовірність захисту людей від ураження.



**Використання протигазів.** Використання наявних протигазів є обов'язковим з моменту оповіщення про хімічну небезпеку і до тих пір, поки люди укриються в сховищах або вийдуть у безпечний район.

**Евакуація.** Евакуують людей, як правило, в напрямку, перпендикулярному напрямку вітру. Вважається, що для виведення людей з зони хімічного забруднення достатньо мати такий резерв часу (час евакуації  $t_{\text{евак}}$ )

$$t_{\text{евак}} = t_{\text{рух}} + t_{\text{оп}} + t_{\text{зуп}}, \quad (7.6)$$

де  $t_{\text{рух}}$  – час руху людей за межі зони забруднення;

$t_{\text{оп}}$  – час, потрібний для оповіщення людей;

$t_{\text{зуп}}$  – час для аварійної зупинки виробництва (для людей, задіяних на виробництві).

Час руху людей за межі зони хімічного забруднення визначають за формулою

$$t_{\text{рух}} = \frac{\text{Ш}}{80}, \text{ хв} \quad (7.7)$$

де Ш – ширина зони хімічного забруднення, м;

80 – середня швидкість руху людей прискореним кроком, м/хв.

Люди встигнуть евакуюватися, якщо час евакуації  $t_{\text{евак}}$  не буде більшим за час підходу хмари забрудненого повітря  $t_{\text{евак}} \leq t_{\text{підх}}$ .

В середньому можна вважати доцільною евакуацію людей, якщо

$$t_{\text{евак}} = t_{\text{рух}} + (5 \dots 10) \text{ хв} \leq t_{\text{підх}}, \text{ хв}. \quad (7.8)$$

**Укриття в сховищі.** Час потрібний для укриття в сховищі  $t_{\text{укр}}$  залежить від відстані до сховища. Якщо максимальна відстань до сховища не перевищує 400 ... 500 метрів, то можна вважати, що люди встигають укритися в сховищі за 8 ... 10 хвилин

$$t_{\text{підх}} \geq t_{\text{укр}} (8 \dots 10) \text{ хв} \quad (7.9)$$

**Доцільний спосіб захисту.** Додатково потрібно враховувати тривалість забруднення місцевості  $t_{\text{ур}}$ . Якщо вона не перевищує декількох годин, то доцільно укрити людей в сховищі. А взагалі, якщо люди встигають евакуюватись, то краще організувати евакуацію.

**Приклад.** Оцінити хімічну обстановку, що може скластися після аварії на хімічно-небезпечному об'єкті, розташованому поблизу житлового мікрорайону, на відстані 8 км. На підприємстві стався розлив 5 тонн фосгену, який охопив площу 100 м<sup>2</sup>. Ступінь вертикальної стійкості повітря – інверсія. Швидкість вітру становить 2 м/с.

## Розв'язання

**1. Визначимо розміри зони хімічного забруднення.** З таблиці 7.1 попередньо знаходимо глибину зони хімічного забруднення:  $\Gamma = 23$  км.

Враховуючи те, що табличні дані наведені для  $V_b = 1$  м/с, вводимо поправковий коефіцієнт (табл. 7.2.):  $\Gamma = 23 \times 0,6 = 13,8$  км.

Оскільки відстань до хімічно-небезпечного об'єкта  $R = 8$  км, то мікрорайон, який досліджується, потрапляє в зону хімічного забруднення.

Ширина зони хімічного забруднення для інверсії

$$\text{Ш} = 0,03 \times \Gamma = 0,03 \times 13,8 = 0,414 \text{ км.}$$

Площа зони хімічного забруднення відповідно

$$S = 0,5 \times \Gamma \times \text{Ш} = 0,5 \times 13,8 \times 0,414 = 2,86 \text{ кв. км}$$

**2. Визначаємо час підходу хмари забрудненого повітря до мікрорайону.**

Для заданих вихідних даних з таблиці 7.3 отримуємо швидкість перенесення хмари:  $W = 4$  м/с.

Розраховуємо час підходу хмари

$$t_{\text{підх}} = \frac{R}{W} = \frac{8000}{4} = 2000 \text{ с} = 33,3 \text{ хв}$$

**3. Визначаємо час ураження СДОР.**

Зважаючи на те, що значення тиску насичених парів ( $P_s$ ) суттєво залежить від температури повітря (рис. 7.2), а нам невідомо, в яку пору року може статися аварія, доцільно розглянути час дії до ураження для теплої ( $t = 15$  °С) і холодної ( $t = -10$  °С) пір року.

Оскільки нам відома площа розливу, розраховуємо швидкість випаровування отруйної речовини за формулою (7.4): взимку ( $t = -10$  °С, за графіком рис. 7.2 для фосгену  $P_s = 50$  КПа).

$$C_{\text{вип}} = 12,5 \cdot 100 \cdot 50 \cdot (5,38 + 4,1 \cdot 2) \cdot \sqrt{99} \cdot 10^{-8} = 0,84 \text{ т/хв}$$

влітку ( $t_0 = +15$  °С, за графіком рис. 7.2  $P_s = 140$  кПа).

$$C_{\text{вип}} = 12,5 \cdot 100 \cdot 140 \cdot (5,38 + 4,1 \cdot 2) \cdot \sqrt{99} \cdot 10^{-8} = 0,24 \text{ т/хв.}$$

Визначаємо час до ураження СДОР  $t_{\text{ур}}$  за формулою (7.3).

$$\text{Взимку } t_{\text{ур}} = \frac{5}{0,084} = 60 \text{ хв} = 1 \text{ год.}$$

$$\text{Влітку } t_{\text{ур}} = \frac{5}{0,24} = 20,8 \text{ хв} = 0,35 \text{ год.}$$

#### 4. Способи захисту людей

Резерв часу на евакуацію. Визначаємо за формулою (7.7) час руху людей за межі зони хімічного забруднення:  $t_{\text{рух}} = \frac{0,414 \cdot 1000}{80} = 5,2 \text{ хв.}$

Враховуючи, що  $t_{\text{підх}} = 33,3 \text{ хв.}$ , за формулою (7.8) визначаємо достатність часу для евакуації

$$t_{\text{рух}} + (5 \dots 10) \text{ хв} = (10,2 \dots 15,2) \text{ хв} < 33,3 \text{ хв}$$

Тобто, люди встигнуть евакуюватися.

Резерв часу на укриття в сховищі. За формулою (7.9) визначаємо:  $t_{\text{підх}} = 33,3 \text{ хв} > (8 \dots 10) \text{ хв}$ , що означає, що люди встигнуть укритися в сховищі до приходу хмари забрудненого повітря.

Таким чином, визначено, що  $\Gamma = 13,8 \text{ км} > R = 8 \text{ км}$ , це означає, що мікрорайон потрапляє в зону хімічного забруднення.

Узагальнюємо отримані дані у підсумковій таблиці (табл.7.5)

Таблиця 7.5 – Підсумкова таблиця

Розміри зони хімічного забруднення	<i>Г, км</i>	9,2
	<i>Ш, км</i>	0,276
	<i>S<sub>забр</sub>, кв. км</i>	1,27
<i>t<sub>підх</sub>, хв.</i>		33,3
Час ураження СДОР <i>t<sub>ур</sub></i> , годин	Влітку	0,35
	Взимку	1,0
Час евакуації, <i>t<sub>еваку</sub></i> , хв.		10,2 ... 15,2
Час укриття в сховищі, <i>t<sub>ур</sub></i> , хв.		8 ... 10

Доцільні способи захисту людей (використання протигазів, евакуація, укриття в сховищі) обираються з таких міркувань:

1. Використання наявних протигазів є обов'язковим;
2. Оскільки час руху людей за межі зони хімічного забруднення менший за час підходу хмари забрудненого повітря, то люди встигнуть евакуюватися;
3. Час на укриття в сховищі менший за час підходу хмари забрудненого повітря, це означає, що люди встигнуть укритися в сховищі;
4. Доцільним способом захисту людей є евакуація їх в безпечний район, де вони будуть перебувати в холодну пору щонайменше 60 хвилин, в теплу – щонайменше 21 хвилину.

#### 7.3 Практична частина

1. Вивчити методику оцінювання можливих наслідків аварії на промисловому об'єкті, який містить СДОР.
2. Виконати завдання.

На відстані  $R$  від житлового мікрорайону знаходиться хімічно-небезпечний об'єкт. Під час можливої аварії на хімічному об'єкті з виливом сильнодіючих отруйних речовин (СДОР) та напрямку вітру в сторону мікрорайону, він може потрапити в зону хімічного забруднення. Оцінити хімічну обстановку, що може скластися в мікрорайоні, згідно з вихідними даними, наведеними в таблиці Ж.1 (додаток Ж), відповідно до заданого варіанта, якщо аварія станеться в теплу ( $t=+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) або в холодну ( $t=-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) пору року. Результати внести у підсумкову таблицю за зразком (див. табл. 7.5). Визначити та записати відповіді у висновки.

### Контрольні питання

1. Дайте означення сильнодіючих отруйних речовин (СДОР).
2. Наведіть класифікацію отруйних хімічних речовин залежно від їх практичного використання.
3. Наведіть класифікацію отруйних хімічних речовин залежно від характеру дії на організм людини та охарактеризуйте кожну групу.
4. Наведіть класифікацію шкідливих хімічних речовин за вибірковою дією на організм людини.
5. Наведіть класифікацію шкідливих хімічних речовин за тривалістю дії.
6. Від яких факторів залежать наслідки ураження СДОР для населення?
7. Від яких факторів залежать наслідки забруднення навколишнього середовища СДОР?
8. Від яких факторів залежить швидкість розповсюдження СДОР під час їх витоку чи аварії на підприємстві хімічної промисловості?
9. Перерахуйте способи захисту людей від дії СДОР. Від чого залежить вибір того чи іншого способу в певній ситуації?
10. Як визначити час до вражаючої дії СДОР?

### Список джерел

1. Закон України № 1809-ІІІ від 08.06.2000 р. «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру».
2. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті / Наказ МНС, Мінагрополітики, Мінекономіки № 73/82/64/122 від 27.03.2001. Київ, 2001. 33 с.
3. Стеблюк М. І. Прилади радіаційної, хімічної розвідки, контролю радіоактивного забруднення і опромінення та хімічного зараження повітря, кормів і води. Київ : НАУ, 1999. 72 с.
4. Бутиріна М. В., Бондаренко В. І. Практикум з безпеки життєдіяльності : навчальний посібник для студентів педагогічних вищих навчальних закладів. Слов'янськ, 2015. 128 с.

## **8 ОЦІНЮВАННЯ МОЖЛИВИХ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНОМУ ОБ'ЄКТІ**

### **Практична робота № 8**

**Мета роботи:** опанувати методи прогнозування обстановки, що може скластися під час аварії на вибухонебезпечному об'єкті, та визначення заходів, спрямованих на захист людей та зменшення наслідків можливих руйнувань.

Для досягнення вказаної мети студенту потрібно:

1. Ознайомитися з наведеними теоретичними відомостями;
2. Вивчити методику оцінювання можливих наслідків аварії на вибухонебезпечному об'єкті;
3. Виконати завдання за відповідним варіантом;
4. Дати відповіді на всі контрольні питання, користуючись рекомендованою літературою;
5. Оформити звіт, зробивши відповідні висновки з виконаної роботи.

#### **8.1 Підготовка та оформлення звіту**

Звіт має бути виконаний в зошиті або на аркушах формату А4 та вміщувати:

1. Назву практичної роботи;
2. Мету роботи;
3. Короткі теоретичні відомості (1 ... 1,5 с.);
4. Виконане відповідно до індивідуального варіанта завдання;
5. Загальні висновки за результатами виконаної роботи.

#### **8.2 Теоретичні відомості**

Україна за насиченістю території промисловими об'єктами перевищує розвинені європейські держави. Значну частину з них становлять потенційно небезпечні підприємства, пов'язані з виробництвом, переробкою та зберіганням сильнодіючих отруйних, вибухонебезпечних і пожежонебезпечних речовин. Державний реєстр потенційно небезпечних об'єктів (ПНО) містить відомості про понад 23 тис. об'єктів, до числа яких входять промислові підприємства, шахти, кар'єри, магістральні газо-, нафто- і продуктопроводи, гідротехнічні споруди, вузлові залізничні станції, мости, тунелі, накопичувачі та полігони промислових відходів, місця зберігання небезпечних речовин і ін. Найбільша їх кількість розташована на території Дніпропетровської, Запорізької, Харківської та Львівської областей. В основному, це пожежонебезпечні (41%), вибухонебезпечні (37%), хімічно небезпечні (7,9%), радіаційно небезпечні (2,1%), гідродинамічнонебезпечні (1,85%) та біологічно небезпечні (1,8%) об'єкти.

Існує пряма залежність рівня виникнення надзвичайних ситуацій від концентрації небезпечних виробництв в регіонах. Зокрема, найвищий рівень виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру стійко фіксується в Харківській та Запорізькій областях, де він коливається від 11 до 16 випадків в рік. Регіони з найбільшою кількістю потенційно небезпечного виробництва збігаються з регіонами найбільшого зосередження населення. Зокрема, в Харківській, Запорізькій та Дніпропетровській областях, де функціонує 38% об'єктів від загального їх числа, проживає 32,9% населення. Ситуацію ускладнює недотримання правил техногенної безпеки: так, найгірший стан з виконанням заходів техногенної безпеки склався у: Волинській (на 50% виконані заходи з техногенної безпеки), Запорізькій (37%), Львівській (46%), Одеській (25%), Тернопільській (45%), Харківській (49%) і Чернівецькій (38%) областях.

**Пожежо- та вибухонебезпечні об'єкти (ПВНО)** – це підприємства, на яких виробляються, зберігаються, транспортуються вибухонебезпечні продукти або продукти, у яких з'являється, за певних умов, здатність до пожежі або вибуху. До них належать виробництва, де використовуються вибухові речовини і такі, що характеризуються високим ступенем займання, а також залізничний і трубопровідний транспорт, що використовується для перевезення (перекачування) пожежо- та вибухонебезпечних речовин.

За вибуховою, вибухопожежною та пожежною небезпечкою ПВНО поділяються на 5 категорій:

А – нафтопереробні заводи, хімічні підприємства, трубопроводи, склади нафтопродуктів;

Б – цехи з виготовлення і транспортування вугільного пилу, деревного борошна, цукрової пудри, вибійні та розмельні відділення млинів;

В – лісопильні, деревообробні, столярні та модельні виробництва;

Г – склади і підприємства, пов'язані з переробкою і зберіганням негорючих речовин в гарячому стані, а також зі спалюванням твердого, рідкого чи газоподібного палива;

Д – склади і підприємства для зберігання негорючих речовин і матеріалів в холодному стані, наприклад м'ясних, рибних й інших продуктів.

Аварії на ПВНО, пов'язані з сильними вибухами та пожежами, можуть призвести до тяжких соціальних і економічних наслідків. Спричиняються вони переважно вибухами ємностей і трубопроводів з легкозаймистими та вибухонебезпечними рідинами і газами, коротким замиканням електропроводки, вибухами та займанням деяких речовин і матеріалів.

Особливим випадком вибуху є об'ємний вибух, коли підривається газоподібна або аерозольна суміш, що займає деякий об'єм. Приклад такого вибуху – вибух при витоку газу. При цьому вибухонебезпечна хмара здатна проникати в закриті приміщення через вікна, люки тощо і може вражати людей і заподіяти руйнування у місцях, які захищені стінами.

До основних вимог з попередження надзвичайних ситуацій на потенційно небезпечних об'єктах і об'єктах життєзабезпечення належать:

- розробка розпорядчих і організаційних документів з питань попередження надзвичайних ситуацій;
- розробка і реалізація об'єктових планів заходів щодо попередження надзвичайних ситуацій,
- прогнозування надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, визначення й періодичне уточнення показників ризику надзвичайних ситуацій для виробничого персоналу і населення на прилеглий території;
- забезпечення готовності об'єктових органів управління, сил і засобів до дій з попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій;
- підготовка персоналу до дій у надзвичайних ситуаціях;
- збирання, опрацювання і видача інформації в сфері попередження надзвичайних ситуацій, захисту населення та територій від їхніх небезпечних впливів;
- декларування безпеки, ліцензування та страхування відповідальності за заподіяння шкоди при експлуатації небезпечного виробничого об'єкта чи гідротехнічної споруди;
- створення об'єктових резервів матеріальних і фінансових ресурсів для ліквідації надзвичайних ситуацій.

Особливо небезпечними за своїми наслідками є аварії на вибухонебезпечних об'єктах. До вибухонебезпечних відносять не тільки об'єкти, що виробляють або зберігають вибухові речовини, а й об'єкти, де створюються вибухонебезпечні суміші горючих речовин з повітрям у дрібнодисперсійному стані (вугільний пил, деревний пил, борошно, цукрова пудра та ін.). Найчастіше вибухають суміші вуглеводневих сполук (метану, пропану, бутану та їх похідних) з повітрям.

Основними вражаючими чинниками вибухів є:

- повітряна ударна хвиля, що виникає при ядерних вибухах, вибухах детонувальних й ініціювальних речовин, при вибухових перетвореннях хмар паливно-повітряних сумішей, вибухів резервуарів з перегрітою рідиною і резервуарів під тиском;
- уламкові поля, створювані уламками різного роду об'єктів;
- теплове і світлове випромінювання і, як наслідок, забруднення повітря в осередку ураження чадним газом і хімічними отруйними речовинами.

Ефект ураження може посилюватися при виникненні вторинних вибухів у випадку загоряння та вибуху об'єктів з енергоносіями в результаті впливів первинного вибуху (так званий ефект «доміно»).

За межею джерела вибуху може простежуватися дія повітряної ударної хвилі, яка при своєму проходженні впливає на всі поверхні, створюючи надмірний тиск і швидкісний напір повітря. Повітряна ударна хвиля вибуху може викликати руйнування або пошкодження будівель

міської забудови, промислових будівель і споруд, систем електро-, газо- і водопостачання, транспортних засобів.

При дії вражаючих факторів вибуху відбувається руйнування або пошкодження будівель, обладнання, комунікації, загибель людей і тварин.

Вторинними наслідками вибухів є ураження людей, що знаходяться всередині об'єктів, уламками завалених конструкцій будівлі, їх поховання під уламками. У результаті вибухів можуть виникнути пожежі, витік небезпечних речовин з пошкодженого обладнання, що ускладнює надзвичайну ситуацію.

Аварії, пов'язані з вибухами, часто супроводжуються пожежами. Вибух іноді може призвести до незначних руйнувань, але пов'язана з ним пожежа може викликати катастрофічні наслідки і наступні, більш потужні вибухи і більш сильні руйнування.

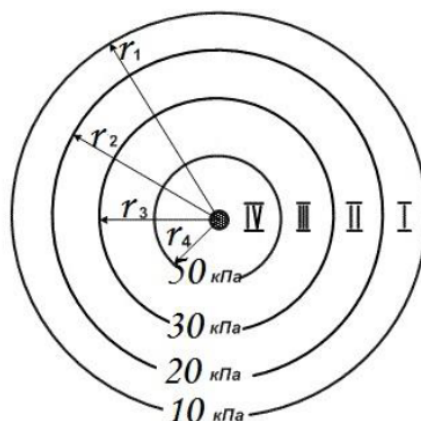
### Методика оцінювання можливих наслідків аварії на вибухонебезпечному об'єкті

Для оцінення наслідків можливого вибуху на вибухонебезпечному об'єкті потрібно визначити:

1. Ступінь руйнування елементів цеху;
2. Очікуваний характер пожеж;
3. Ступінь можливих уражень виробничого персоналу.

За результатами роботи сформулювати висновки і рекомендації.

**1. Визначення ступеня руйнування цеху.** Для оцінення характеру руйнувань, обсягу та умов проведення рятувальних й інших невідкладних робіт в осередку ураження при дії ударної хвилі визначають чотири зони (повні, сильні, середні і слабкі руйнування). Кожна зона характеризується відповідним радіусом та значенням надлишкового тиску (рис. 8.1).



- I – зона слабких руйнувань ( $r_1$ )
- II – зона середніх руйнувань ( $r_2$ )
- III – зона сильних руйнувань ( $r_3$ )
- IV – зона повних руйнувань ( $r_4$ )

Рисунок 8.1 – Зони руйнувань споруд під дією ударної хвилі



*Зона слабких руйнувань із радіусом  $r_1$*  має максимальний надлишковий тиск у межах від 10 до 20 кПа. У будівлях і спорудах руйнується частина внутрішніх перегородок, двері, вікна. Зберігаються неушкодженими перші поверхи будівель та підвали. Обладнання має незначну деформацію другорядних елементів. На комунально-енергетичних мережах (КЕМ) – незначні руйнування і пошкодження. Для відновлення об'єкта (елемента) потрібний незначний ремонт.

*Зона середніх руйнувань із радіусом  $r_2$*  характеризується надлишковим тиском від 20 до 30 кПа. В будівлях та спорудах зруйновано другорядні конструкції (легкі стіни, перегородки, дахи, вікна, двері). Можливі тріщини в зовнішніх стінах. Більшість несучих конструкцій зберігається. Сховища та більшість протирадіаційних укриттів (ПРУ) залишаються неушкодженими. Деформуються окремі вузли обладнання та техніки. Деформовано окремі опори повітряних ліній електропередач, пошкоджено технологічні трубопроводи. Для відновлення об'єкта чи його елемента потрібний капітальний ремонт.

*Зона сильних руйнувань із радіусом  $r_3$*  має надлишковий тиск у межах від 30 до 50 кПа. В будівлях та спорудах – значна деформація несучих конструкцій, зруйновано більшу частину перекриттів і стін. Частково залишаються перекриття нижніх поверхів. Утворюються завали. Відновлення можливо, але недоцільно. Обладнання та механізми здебільшого зруйновано. Окремі деталі та вузли обладнання можна використати як запасні частини. На електромережах і трубопроводах деформація та розриви є тільки на окремих ділянках підземних мереж.

*Зона повних руйнувань із радіусом  $r_4$*  характеризується максимальним надлишковим тиском у фронті ударної хвилі більше 50 кПа і руйнуванням або сильною деформацією всіх несучих конструкцій та елементів споруди, утворенням суцільних завалів. Менше руйнуються підвальні та підземні споруди. Повністю руйнуються житлові та виробничі споруди, протирадіаційні укриття (ПРУ), герметичні сховища поблизу центра вибуху. Обладнання, засоби механізації й техніка відновленню не підлягають. На комунально-енергетичних мережах (КЕМ) та технологічних трубопроводах – пошкодження кабелів, руйнування значних ділянок трубопроводів.

Для графічного визначення радіусів (меж)  $r_1, r_2, r_3, r_4$  (м) потрібно знати масу парів бензину  $Q_{\text{бенз}}$  (т), що вибухає, та значення надмірного тиску кожної зони руйнувань (наприклад,  $\Delta P=10; 20; 30; 40$ , кПа). За допомогою рис. 8.2 на перетині значення  $Q_{\text{бенз}}$  (т) та значень надмірного тиску  $\Delta P$  (кПа) кожної з зон знаходимо відповідні значення радіусів  $r$  (м) кожної зони.

Під час вибуху газоповітряної суміші вуглеводневих продуктів створюється осередок вибуху, який розділяють на три зони.

Зона I – зона детонаційної хвилі (знаходиться в межах хмари вибуху) має радіус  $R_1$

$$R_1 = 17,5\sqrt[3]{Q} \quad (8.1)$$

де  $Q$  – кількість вуглеводневого продукту.

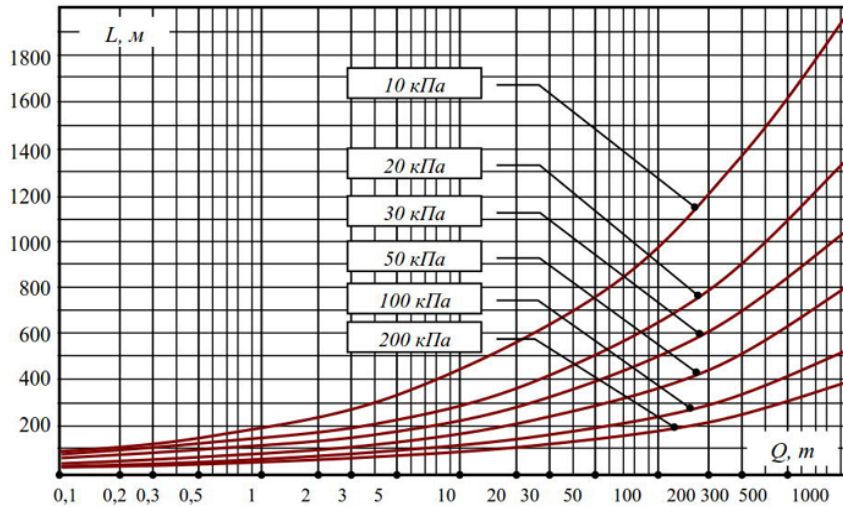


Рисунок 8.2 – Залежність надлишкового тиску від кількості вибухової речовини

У межах цієї зони надзвичайно великий надлишковий тиск ударної хвилі вибуху:  $\Delta P = 1700$  кПа.

Зона 2 – зона дії продуктів вибуху (охоплює всю територію, де розлетілись продукти газоповітряної суміші внаслідок її детонації) має радіус  $R_2$ :

$$R_2 = 17R_1. \quad (8.2)$$

Надлишковий тиск вибухової хвилі в межах зони 2 розраховують за формулою

$$\Delta P = 1300 \left( \frac{R_1}{L} \right) + 50, \text{ кПа}, \quad (8.3)$$

де  $L$  – відстань від вибуху до вибраної точки в межах зони 2.

Зона 3 – зона дії повітряної ударної хвилі. Надлишковий тиск у цій зоні може бути розрахований за формулою

$$\Delta P = \frac{260}{\sqrt{1 + 7,7 \cdot 10^{-5} \frac{L^3}{Q} - 1}}, \quad (8.4)$$

або визначений за допомогою графіків (див. рис. 8.2)

Після визначення величини надлишкового тиску вибухової хвилі в районі цеху можна оцінити ступінь можливих руйнувань (таблиця И.1 додатка И).

**Приклад 1.** Визначити можливий ступінь руйнування будівлі цеху зі збірного залізобетону, що знаходиться на відстані 800 м від вибухонебезпечного сховища, де зберігається 300 т зрідженого пропану.

### Розв'язання

1. Визначимо за формулами (8.1), (8.2), у яку зону осередку вибуху потрапляє наш об'єкт.

$$\text{Радіус зони 1: } R_1 = 17,5\sqrt[3]{Q, \text{ м}} = 17,5\sqrt[3]{300} = 17,5 \cdot 6,7 = 117 \text{ м} < 800 \text{ м.}$$

$$\text{Радіус зони 2: } R_2 = 17R_1 = 1,7 \cdot 117 = 199 \text{ м} < 800 \text{ м,}$$

Тобто, наш об'єкт під час можливої аварії потрапить у 3-ю зону осередку вибуху.

2. Для зони 3 за допомогою графіків (див. рис. 8.2) знаходимо величину надлишкового тиску ударної хвилі на відстані  $L = 800 \text{ м}$  від центра вибуху  $Q = 300 \text{ т}$  пропану. Це буде  $\Delta P = 25 \text{ кПа}$ .

3. З додатка И визначаємо, що будівля зі збірного залізобетону від ударної хвилі з надлишковим тиском  $25 \text{ кПа}$  отримає середні руйнування. З додатка Б визначаємо, якого характеру руйнування очікуються під час можливої аварії.

Таким чином, під час аварії на вибухонебезпечному об'єкті з вибухом 300 т пропану будівля цеху може отримати середні руйнування. З таблиці 8.1 визначаємо, що це: руйнування даху, внутрішніх перегородок, вибиті двері та вікна, у капітальних стінах можливі тріщини.

Таблиця 8.1 – Характеристика руйнувань будівель і обладнання

Ступінь руйнувань	Виробничі та адміністративні будівлі	Промислове обладнання (верстати, двигуни, прилади та ін.)
1 Слабкі	Руйнування заповнень дверних та віконних прорізів, зривання покрівлі даху.	Пошкодження окремих елементів обладнання, важелів керування, вимірювальних приладів
2 Середні	Руйнування даху, легких внутрішніх перегородок, у капітальних стінах з'являються тріщини	Пошкодження та деформація основних деталей, електропроводки, приладів автоматики, тріщини в трубопроводах
3 Сильні	Значна деформація несучих конструкцій, руйнування більшої частини перекриттів та стін	Зміщення фундаменту і деформація основних деталей, розриви в кабельних мережах і трубопроводах

### 2. Визначення очікуваного характеру пожеж

Унаслідок вибухів на промислових об'єктах можуть виникати окремі або суцільні пожежі.

Окрема пожежа виникає в окремій будівлі чи споруді.

Суцільна пожежа характеризується тим, що впродовж 1–2 годин вогонь охоплює до 90% усіх будівель і споруд об'єкта.

Очікуваний характер пожеж, з урахуванням наведених чинників, можна визначити за допомогою таблиці 8.2.

Характер виникнення та розповсюдження пожежі залежить від таких чинників:

- ступеня руйнувань будівель і споруд під час вибуху;
- категорії пожежної небезпеки виробництва (таблиця 8.3);
- ступеня вогнестійкості будівель і споруд;
- щільності забудови об'єкта (*Щ*) та ін.

Таблиця 8.2 – Можлива пожежна обстановка після вибуху

Чч. ч.	Характер забудови та категорія пожежної безпеки	Ступінь вогнестійкості будівель	$\Delta P$ , кПа	Очікувана пожежна обстановка	
				Упродовж перших 30 хв	Через 1–2 години після вибуху
1	Міська забудова або виробничі приміщення, будівлі та споруди категорій пожежної безпеки В, Г, Д	IV, V	10...20	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $Щ > 20\%$
			>20	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $Щ > 10\%$
		III	20...50	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $Щ > 20\%$
		I, II	20...50	Окремі пожежі	Суцільні пожежі при $Щ > 30\%$
2	Виробничі об'єкти категорій пожежної безпеки А і Б	-	10...50	Окремі пожежі, що швидко перетворюються на суцільні й супроводжуються вибухами виробничого устаткування	

**Примітка.** Щільність забудови – це відсоткове співвідношення загальної площі всіх забудов до площі території об'єкта.

Таблиця 8.3 – Категорії пожежної небезпеки виробництв

Категорії	Приклади виробництв
А	Цехи обробки металевого натрію і калію, водневі станції, склади балонів з горючими газами, склади бензину, приміщення стаціонарних кислотних і лужних акумуляторів
Б	Цехи з виготовлення вугільного пилу, цехи обробки синтетичного каучуку, мазутні господарства електростанцій та ін.
В	Деревообробні цехи, цехи текстильної та паперової промисловості, склади паливно-мастильних матеріалів, закриті склади вугілля, гаражі та ін.
Г	Ливарні цехи, кузні, зварювальні цехи, цехи гарячої прокатки металів, термічної обробки металів, головні корпуси електростанцій та ін.
Д	Механічні цехи холодної обробки металів, інструментальні цехи, цехи холодної переробки м'ясо-молочної продукції, насосні та водоприймальні пристрої електростанцій та ін.

**Приклад 2.** Визначити можливу пожежну обстановку після вибуху, якщо в районі розташування столярного цеху надлишковий тиск ударної хвилі  $25 \text{ кПа}$ . Будівля цеху має вогнетривкість несучих стін – 2 год, а перекриття –  $0,75 \text{ год}$ . Щільність забудови об'єкта складає 23%.

### **Розв'язання**

1. Визначаємо категорію пожежної небезпеки виробництва. З таблиці 8.3 знаходимо, що столярний цех належить до категорії В пожежної небезпеки виробництва.

2. Визначаємо ступінь вогнестійкості будівлі цеху.

З додатка И (таблиця И.4) знаходимо, що будівля зі збірного залізобетону (матеріал неспалимий) з наведеним значенням межі вогнетривкості стін та перекриттів має III ступінь вогнестійкості.

3. Оцінюємо можливу пожежну обстановку на ділянці, де розташований столярний цех. За таблицею 8.2 визначаємо, що для виробництва категорії В III ступеня вогнестійкості будівель при надлишковому тиску  $25 \text{ кПа}$  і щільності забудови більше 20% можна очікувати в перші 30 хв окремі пожежі, які за 1–2 години можуть перерости в суцільну.

Таким чином, після вибуху в районі столярного цеху очікуються окремі пожежі з подальшим переростанням їх у суцільну пожежу.

### **3. Оцінювання ступеня можливих уражень виробничого персоналу**

Ударна хвиля уражає незахищених людей безпосередньо, а також непрямым шляхом. Безпосередній вплив на людей відбувається через надлишковий тиск ударної хвилі. Залежно від величини надлишкового тиску люди можуть отримати травми, які поділяються на: легкі, середні, важкі та надважкі (див. табл. 8.1).

Непрямий вплив ударної хвилі виявляється в ураженні людей уламками зруйнованих будівель, розбитим склом та іншими предметами. Радіус непрямого впливу на людей перевищує радіус безпосереднього впливу і досягає зон з надлишковим тиском ударної хвилі.

**Приклад 3.** Визначити ступінь можливих ушкоджень людей, які працюють у одноповерховій будівлі цеху зі збірною залізобетону, якщо під час вибуху величина надлишкового тиску ударної хвилі в районі цеху становить  $25 \text{ кПа}$ .

### **Розв'язання**

1. Оцінюємо ступінь ураження людей у будівлі цеху від надлишкового тиску (пряма дія) ударної хвилі. Ударна хвиля проникає в приміщення крізь вибиті вікна і двері.

За таблицею 8.4 визначаємо, що при  $\Delta P = 25 \text{ кПа}$  люди можуть отримати легкі травми.

2. Оцінюємо ступінь можливого ураження через непряму дію ударної хвилі вибуху.

Раніше (приклад 1) ми встановили, що будівля цеху може отримати середні руйнування. З характеристики цих руйнувань визначаємо, що вибиття вікон і дверей, руйнування даху і пошкодження внутрішніх перегородок може викликати суттєві ураження персоналу через непрямі дії ударної хвилі вибуху.

Таким чином, через безпосередню (пряму) і непрямую дії ударної хвилі виробничий персонал може отримати легкі травми та пошкодження уламками скла і елементами пошкоджених конструкцій і обладнання.

Таблиця 8.4 – Підсумки проведеного оцінювання можливих наслідків аварії на вибухонебезпечному об'єкті

Характеристика руйнувань			Пожежна обстановка	Ступінь ураження людей
Параметри зони руйнувань	Елементи виробничого об'єкта	Ступінь руйнування		
1. $R_1 = 117\text{м}$	1. Будівля	середні	Окремі пожежі з переходом у суцільні	Легкі ураження, пошкодження уламками скла та елементами зруйнованих конструкцій (обладнання)
	2. Верстати	Слабкі		
	3. Трубопроводи	Слабкі		
2. $R_2 = 199\text{м}$	4. Кабельні мережі	Слабкі		
3. $\Delta R = 25\text{кПа}$	5. Контрольно-вимірювальні прилади	Сильні		

**Рекомендації**, спрямовані на зменшення наслідків можливого вибуху на наш виробничий об'єкт, можуть бути такими:

1) передбачити укладання необхідних договорів страхування ризиків (вказати приклад договору) та можливих втрат на випадок вибуху;

2) укріпити конструкцію будівель установленням додаткових колон, ферм, підкосів тощо;

3) змінити спосіб прокладання комунікацій. Трубопроводи та кабельні лінії прокласти під землею;

4) створити резерв контрольно-вимірювальної апаратури;

5) установити на вікнах захисні металеві сітки, щоб розбите скло не потрапляло в приміщення цеху.

**Приклад 4.** Зобразити графічно зони руйнувань споруд під дією ударної хвилі.

Характеристика осередку ураження під час вибуху пропану масою  $Q=500\text{ т}$ . М 1:100000

### 8.3 Практична частина

1. Вивчити методику оцінювання можливих наслідків аварії на вибухонебезпечному об'єкті.

2. Оцінити можливі наслідки впливу на виробниче приміщення аварії на вибухонебезпечному об'єкті відповідно до вихідних даних заданого варіанта (таблиця И.2, додаток И), якщо: в промисловій зоні на відстані  $L$  від вашого приміщення (підприємства або організації) розташований об'єкт, на якому знаходяться  $Q$  тонн вибухонебезпечної речовини (газу-пропану). Під час можливої аварії з вибухом підприємство (організація) може опинитись в осередку ураження. Результати внести у підсумкову таблицю за зразком (див. табл. 8.4).

3. Зобразити графічно зони руйнувань споруд під дією ударної хвилі.

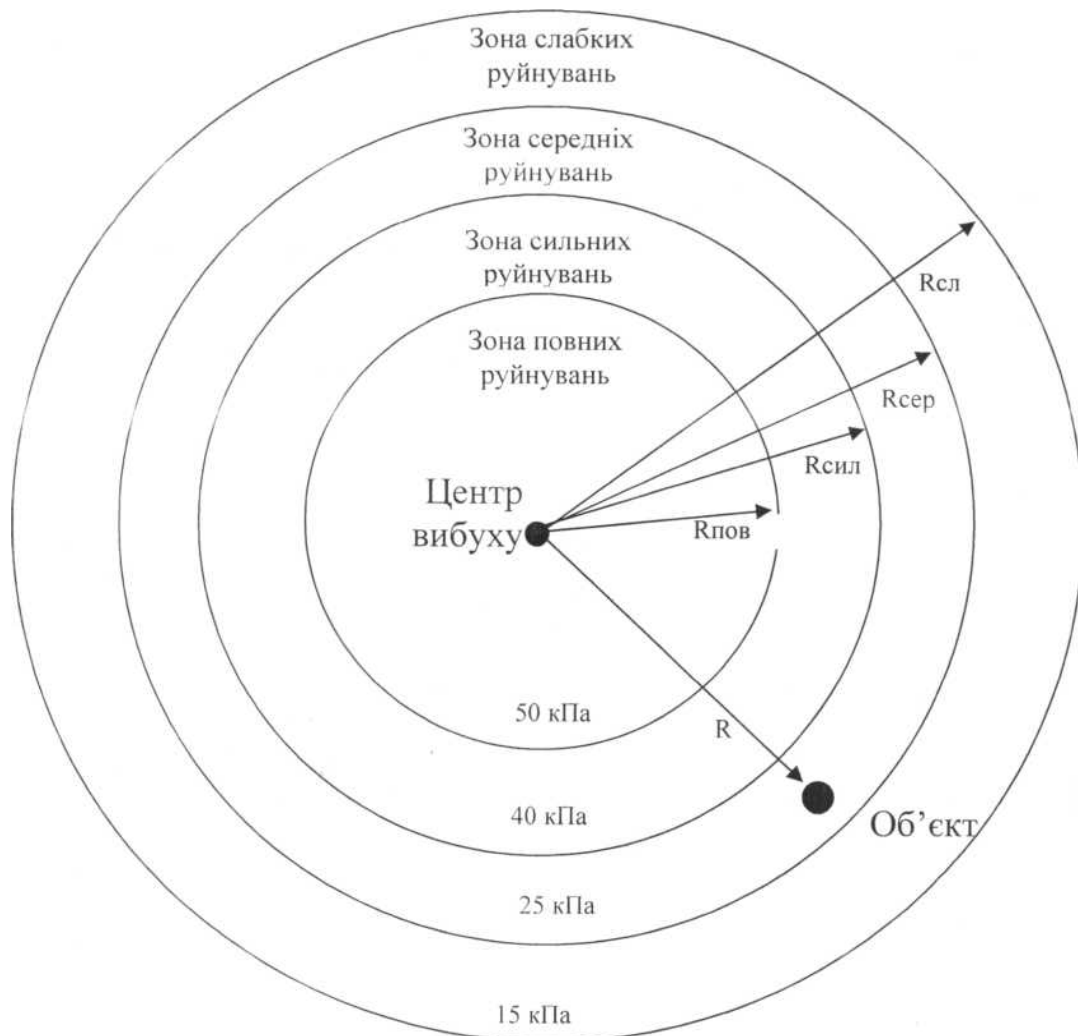


Рисунок 8.4 – Характеристика осередку ураження:

I – зона слабких руйнувань; II – середніх; III – сильних; IV – повних;  
ЦВ – центр вибуху (місце зберігання пропану). Радіуси зон руйнувань:

$$R_{сл} = 1600 \text{ м}; R_{сер} = 1070 \text{ м}; R_{сил} = 850 \text{ м}; R_{пов} = 850 \text{ м}$$

## Контрольні питання

1. Назвіть причини виникнення на виробництвах технологічних надзвичайних ситуацій.
2. Які об'єкти належать до пожежонебезпечних (взагалі та у вашій місцевості зокрема)?
3. Дайте означення аварії та пожежі.
4. Які об'єкти можна віднести до вибухонебезпечних?
5. Що є наслідком вибухів?
6. Від чого залежить ступінь руйнування під час вибуху?
7. Назвіть види пожеж, які можуть виникати внаслідок вибухів на промислових об'єктах.
8. Від яких чинників залежить характер та розповсюдження пожежі?
9. Назвіть ступені ураження людей залежно від надлишкового тиску.
10. Причини виникнення пожеж.
11. Види вогнегасних речовин.
12. Пожежна техніка для захисту об'єктів.
13. Первинні засоби вогнегасіння.
14. Види вогнегасників.
15. Профілактика пожеж.
16. Пожежна сигналізація і зв'язок.
17. Різновиди горіння.
18. Дії персоналу у випадку виникнення пожежі.

## Список джерел

1. Гайченко В. А., Коваль Г. М. Основи безпеки життєдіяльності людини. Київ : МАІП, 2002. 230 с.
2. Желібо Є. П., Зацарний В. В. Безпека життєдіяльності. Київ : «Каравела», 2009. 279 с.
3. Назарук М. М. Основи екології та соціології. Львів : Афіша, 2000. 255 с.
4. Яремко З. М. Безпека життєдіяльності. Київ: Центр навчальної літератури, 2005. 320 с.
5. Бутиріна М. В., Бондаренко В. І. Практикум з безпеки життєдіяльності : навчальний посібник для студентів педагогічних вищих навчальних закладів. Слов'янськ, 2015. 128 с.



## Розділ 2 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

### 9 ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ

#### Лабораторна робота № 1

**Мета роботи:** ознайомлення з приладами й методами контролю метеорологічних умов на виробництві, вивчення основних принципів нормування метеоумов та оцінювання мікроклімату на робочих місцях.

Для досягнення зазначеної мети потрібно:

1. Ознайомитися з поданими теоретичними відомостями;
2. Вивчити порядок проведення експерименту;
3. Дати відповіді на всі контрольні питання, користуючись наведеною літературою;
4. Провести лабораторні експерименти. При проведенні лабораторних експериментів потрібно виконувати ті варіанти вимірювань параметрів мікроклімату, які запропоновані викладачем;
5. Оформити звіт, зробивши висновки про відповідність або невідповідність виміряних параметрів мікроклімату нормативним.

#### 9.1 Підготовка та оформлення звіту

Звіт має бути виконаний в зошиті або на аркушах формату А4 та вміщувати:

1. Назву лабораторної роботи;
2. Мету роботи;
3. Короткі теоретичні відомості 1 ... 1,5 с.;
4. Протокол експериментів дод. К, табл. К.1 та К.2 з результатами досліджень;
5. Висновки з кожного виміру про стан мікроклімату;
6. Загальні висновки;
7. Відповіді на контрольні питання.

#### 9.2 Теоретичні відомості

##### *Основні поняття*

*Виробниче приміщення* – це замкнутий простір в спеціально призначених будівлях та спорудах, в яких постійно (по змінах) або періодично (протягом робочого дня) відбувається трудова діяльність людей.

*Робоча зона* – це простір, обмежений по висоті 2 м над рівнем підлоги або стаціонарних підмостей, на якій знаходяться місця постійного та непостійного (тимчасового) перебування працівників.

*Робочим місцем* називається місце постійного або тимчасового перебування працівника у процесі трудової діяльності.

*Постійне робоче місце* – це місце, на якому працівник перебуває більшу частину свого робочого часу (понад 50% або понад 2 годин постійно). Якщо при цьому праця відбувається в різних місцях робочої зони, постійним робочим місцем визначається вся робоча зона.

*Тимчасове робоче місце* – місце, на якому працівник перебував частину (менше 50% або менше 2 годин постійно) свого робочого часу.

*Оптимальні мікрокліматичні умови* – поєднання кількісних показників мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливу на людину забезпечують збереження нормального теплового стану організму без напруження механізмів терморегуляції. Такі умови забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

*Допустимі мікрокліматичні умови* – поєднання кількісних показників мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати скороминучі зміни, що швидко нормалізують тепловий стан організму, які супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції, не виходячи за межі фізіологічних пристосувальних можливостей. При цьому не виникають пошкодження або порушення стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

### ***Вплив показників мікроклімату на організм людини***

До показників, які характеризують метеорологічні умови (мікроклімат), належать: температура ( $t$ , °C), відносна вологість ( $\phi$ , %), швидкість руху повітря ( $V$ , м/с), теплове випромінювання ( $E$ , Вт/м<sup>2</sup>).

Усі ці фактори мають великий вплив на перебіг життєвих процесів в організмі людини. Для того, щоб фізіологічні процеси в організмі людини відбувалися нормально, тепло, що виділяється організмом, має повністю відводитися у навколишнє середовище. Порушення теплового балансу може призвести до перегрівання або до переохолодження організму людини і, зрештою, до втрати працездатності, втрати свідомості та до теплової смерті. Величина тепловиділення організмом людини залежить від ступеня фізичного напруження за певних кліматичних умов і складає від 85 (у стані спокою) до 500 Дж/с (важка робота).

Параметри мікроклімату безпосередньо впливають на самопочуття людини та її працездатність. Зниження температури за всіх інших однакових умов призводить до зростання тепловіддачі шляхом конвекції та випромінювання і може зумовити переохолодження організму. Підвищення швидкості руху повітря погіршує самопочуття, оскільки сприяє підсиленню конвекційного теплообміну та процесу тепловіддачі при випаровуванні поту. При підвищенні температури повітря мають місце зворотні явища.

При температурі повітря понад 30 °С працездатність людини починає падати. За такої високої температури та вологості практично все тепло, що виділяється, віддається у навколишнє середовище при випаровуванні поту. При підвищенні вологості піт не випаровується, а стікає краплинами з поверхні шкіри. Недостатня вологість призводить до інтенсивного випаровування вологи зі слизових оболонок, їх пересихання та розтріскування, забруднення хвороботворними мікробами. Вода та солі, котрі виносяться з організму людини з потом, мають заміщуватися, оскільки їх втрата призводить до згущення крові та порушення діяльності серцево-судинної системи. Зневоднення організму на 6% викликає порушення розумової діяльності, зниження гостроти зору. Зневоднення на 15–20% призводить до смертельного наслідку. Втрата солі позбавляє кров здатності утримувати воду, що викликає порушення діяльності серцево-судинної системи. За високої температури повітря та при дефіциті води в організмі посилено витрачаються вуглеводи, жири, руйнуються білки.

Тривалий вплив високої температури у поєднанні зі значною вологістю може призвести до накопичення теплоти в організмі і до гіпертермії – стану, при котрому температура тіла піднімається до 38–40 °С. При гіпертермії, як наслідок, – тепловий удар, спостерігається головний біль, запаморочення, загальна слабкість, спотворення кольорового сприйняття, сухість у роті, нудота, блювання, потовиділення. Спостерігається блідість, посиніння шкіри, зіниці розширені, часом виникають судоми, втрата свідомості.

За зниженої температури, значної рухомості та вологості повітря виникає переохолодження організму (гіпотермія). На початковому етапі впливу помірного холоду спостерігається зниження частоти дихання, збільшення об'єму вдиху. За тривалого впливу холоду дихання стає неритмічним, частота та об'єм вдиху зростають, змінюється вуглеводний обмін. З'являється м'язове тремтіння, при котрому зовнішня робота не виконується, і вся енергія тремтіння перетворюється в теплову. Це дозволяє протягом деякого часу затримувати зниження температури внутрішніх органів.

Підвищення вологості повітря (понад 75%) у поєднанні з низькими температурами значно впливає на охолодження, а у поєднанні з високими температурами сприяє перегріву організму.

Людина починає відчувати рух повітря за швидкості 0,1 м/с. Незначне переміщення повітря за звичайних температур сприяє доброму самопочуттю. Великі швидкості повітря, особливо за низьких температур, збільшують теплові втрати організму та сприяють суттєвому його охолодженню.

Теплові випромінювання від нагрітих предметів та устаткування значно впливають на створення несприятливих мікрокліматичних умов у виробничих приміщеннях. Крім того, теплові (інфрачервоні) випромінювання також впливають на організм людини. Ефективність такого впливу

залежить від густини потоку енергії інфрачервоних випромінювань, довжини хвилі, тривалості і зони (ділянки) впливу. Цей вплив може бути загальним і локальним.

У разі тривалого перебування людини в зоні теплового випромінювання або за систематичного впливу високих температур в організмі людини відбувається різке порушення теплового балансу, підвищується температура тіла та порушується діяльність серцево-судинної системи, органів дихання, потовиділення, відбувається втрата потрібних організмові солей, вітамінів, погіршується забезпечення поживними речовинами тканин організму. У випадку порушення теплового балансу може виникнути захворювання – теплова гіпотермія. Енергія випромінювання, як і безпосередній контакт з нагрітими до високих температур предметами, устаткуванням, матеріалами та виробами (кондукція), може викликати теплові опіки.

Крім перерахованих параметрів іноді виникає потреба враховувати атмосферний тиск (роботи під водою тощо), який впливає на парціальний тиск основних компонентів повітря.

### **Нормування параметрів мікроклімату**

Норми виробничого мікроклімату регламентуються державними санітарними нормами ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

Зазначений нормативний документ передбачає наявність *оптимальних та допустимих* параметрів мікроклімату. Норми на оптимальні та допустимі значення температури, відносної вологості та швидкості руху повітря встановлюються для робочої зони (робочого місця) виробничих приміщень залежно від періоду року та категорії робіт, що виконуються. Крім того, допустимі значення температури повітря, встановлені диференційовано як для постійних, так і непостійних робочих місць.

Розмежування категорії робіт за важкістю проходить на основі загальних енерговитрат організму. Розрізняють легкі фізичні роботи (категорії I), фізичні роботи середньої важкості (категорії II) та важкі фізичні роботи (категорії III). До легких фізичних робіт (категорії I) належать види діяльності з витратами енергії на більше як 150 ккал/г (174 Вт). Вони поділяються на категорію Ia – енерговитрати до 120 ккал/г (139 Вт) та категорію Ib – енерговитрати 121–150 ккал/г (140–174 Вт).

До категорії Ia належать роботи, які виконуються сидячи і супроводжуються незначними фізичними навантаженнями. Наприклад, низка професій на підприємствах точного приладо- і машинобудування, в радіоелектронній, хімічній промисловості, у сфері керування та ін.

До категорії Ib відносять роботи, які виконуються в положеннях сидячи та стоячи або пов'язані з ходінням і супроводжуються незначними

фізичними навантаженнями. Наприклад, праця майстрів та контролерів різних видів виробництв, низка професій в хімічній, поліграфічній промисловостях, на підприємствах зв'язку, в енергетиці та інших сферах виробництва.

До фізичних робіт середньої важкості (категорія II) відносять види діяльності з витратами енергії в межах 151–250 ккал/г (175–290 Вт). Вони також поділяються на категорію IIa – енерговитрати від 151 до 200 ккал/г (175–233 Вт) та категорію IIб – енерговитрати від 201 до 250 ккал/г (233–290 Вт).

До категорії IIa відносять роботи, які пов'язані з постійним ходінням, переміщенням малих (до 1 кг) виробів або предметів у положенні стоячи або сидячи з відповідним фізичним навантаженням. Наприклад, низка професій у механічних та складальних цехах машинобудівних підприємств.

До категорії IIб відносять роботи, які пов'язані з ходінням, переміщенням предметів масою до 10 кг та супроводжуються помірними фізичними навантаженнями. Наприклад, низка професій у механізованих ливарних, прокатних, ковальських, термічних, зварювальних цехах, у цехах машинобудівних та металургійних підприємств, підприємств хімічної промисловості, в теплоенергетиці та ін. До важких фізичних робіт (категорія III) відносять види діяльності з витратами енергії понад 250 ккал/г (290 Вт).

До категорії III належать роботи, які пов'язані з постійним пересуванням, переміщенням та перенесенням предметів із значною (понад 10 кг) масою, що вимагають великих фізичних зусиль. Наприклад, низка професій у ливарних цехах, на машинобудівних та металургійних підприємствах та інших.

Оптимальні показники мікроклімату повітря в робочій зоні виробничих приміщень наведені в табл. 9.1.

Таблиця 9.1 – Оптимальні показники мікроклімату повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Холодний період року	Легка Ia	22–24	60–40	0,1
	Легка Ib	21–23	60–40	0,1
	Середньої важкості IIa	19–21	60–40	0,2
	Середньої важкості IIб	17–19	60–40	0,2
	Важка III	16–18	60–40	0,3
Теплий період року	Легка Ia	23–25	60–40	0,1
	Легка Ib	22–24	60–40	0,2
	Середньої важкості IIa	21–23	60–40	0,3
	Середньої важкості IIб	20–22	60–40	0,3
	Важка III	18–20	60–40	0,4

Допустимі показники мікроклімату повітря в робочій зоні виробничих приміщень наведені в табл. 9.2.

Таблиця 9.2 – Допустимі показники мікроклімату повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період Року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість (%) на постійних і непостійних робочих місцях	Швидкість руху (м/сек.) на постійних і непостійних робочих місцях
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
Холодний період року	Легка 1а	25	26	21	18	75	не більше 0,1
	Легка 1б	24	25	20	17	75	не більше 0,2
	Середньої важкості Іа	23	24	17	15	75	не більше 0,3
	Середньої важкості Іб	21	23	15	13	75	не більше 0,4
	Важка ІІІ	19	20	13	15	75	не більше 0,5
Теплий період року	Легка 1а	28	30	22	20	55 – при 28 °С	0,2–0,1
	Легка 1б	28	30	21	19	60 – при 27 °С	0,3–0,1
	Середньої важкості Іа	27	29	18	17	65 – при 26 °С	0,4–0,2
	Середньої важкості Іб	27	29	15	15	70 – при 25 °С	0,5–0,2
	Важка ІІІ	26	28	15	13	75 – при 24 °С і нижче	0,6–0,5

Оптимальні і допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень залежать від періоду року (холодного чи теплого).

Холодний період року характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря +10 °С і нижче. Теплий період року – температурою понад +10 °С

Середню температуру зовнішнього повітря визначають за вимірами, проведеними у певні години доби через рівні інтервали часу. Вони беруться за даними метеорологічної служби.

Порядок нормування параметрів мікроклімату наведений на рис. 9.1.

У виробничих умовах вимірювання параметрів мікроклімату має виконуватись на початку, в середині та в кінці холодного й теплого періодів року не менше трьох разів на зміну (на початку, в середині та в кінці зміни). У разі коливань показників мікроклімату з технологічних або інших причин вимірювання здійснюють також за найбільших величин термічних навантажень на працівників впродовж робочої зміни.

Температуру, відносну вологість та швидкість переміщення повітря вимірюють на висоті 1,0 м від підлоги або стаціонарних підмостей у разі виконання робіт в положенні сидючи та на висоті 1,5 м – у разі виконання робіт в положенні стоячи. Вимірювання виконуються як на постійних, так і на непостійних робочих місцях за мінімального та максимального віддалення від джерела локального тепловиділення, охолодження та вологовиділення (нагрітих агрегатів, вікон, дверних прорізів, воріт, відкритих ванн тощо).

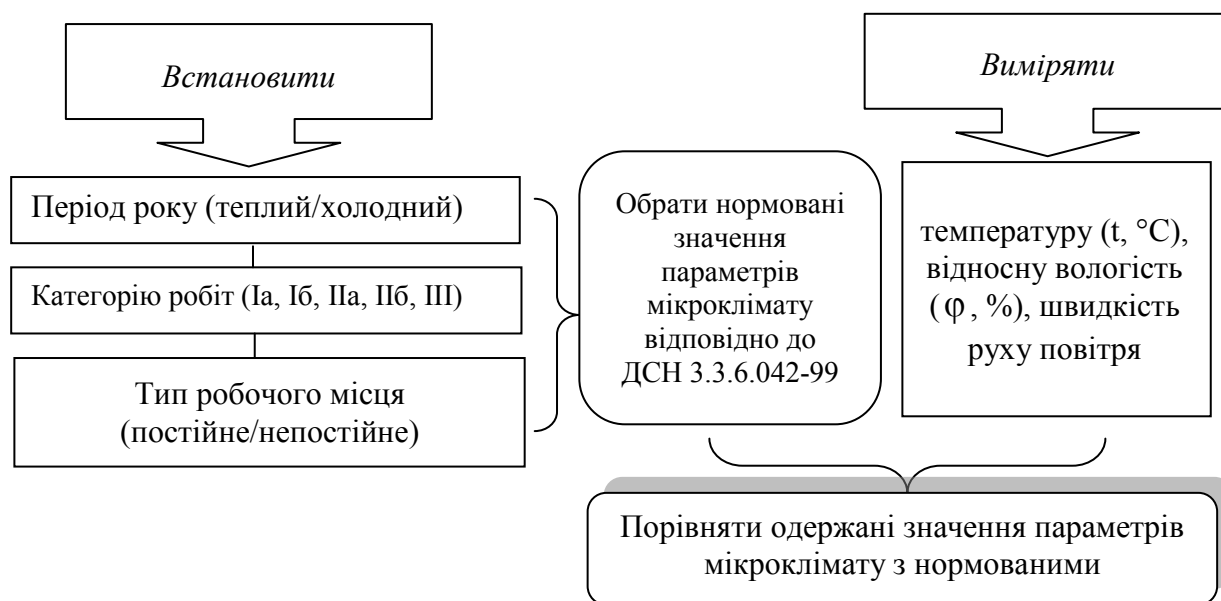


Рисунок 9.1 – Порядок нормування параметрів мікроклімату

### ***Заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату***

Створення допустимих метеорологічних умов у виробничих приміщеннях є складною задачею. Існують нижчевказані заходи та засоби вирішення цього завдання.

1. *Удосконалення технологічних процесів та устаткування.* Впровадження нових технологій та обладнання, які не пов'язані з необхідністю проведення робіт в умовах інтенсивного нагріву дасть можливість зменшити виділення тепла у виробничі приміщення. Наприклад, заміна гарячого способу обробки металу холодним, нагрів полум'ям – індуктивним тощо.

2. *Раціональне розміщення технологічного устаткування.* Основні джерела теплоти бажано розміщувати біля зовнішніх стін будівлі і в один ряд на такій відстані один від одного, щоб теплові потоки від них не перехрещувались на робочих місцях. Для охолодження гарячих виробів потрібно передбачити окремі приміщення. Найкращим рішенням є розміщення тепловипромінювального обладнання в ізольованих приміщеннях або на відкритих ділянках.

3. *Автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами* дозволяють вивести людину з виробничих зон, де діють

несприятливі фактори (наприклад, автоматизоване завантаження печей в металургії, управління розливом сталі).

4. *Раціональна вентиляція, опалення та кондиціонування повітря* є найбільш розповсюдженими способами нормалізації мікроклімату у виробничих приміщеннях. Так зване повітряне та водоповітряне душення використовується у боротьбі з перегріванням робітників в гарячих цехах. Захист від протягів досягається шляхом щільного закривання вікон, дверей та інших отворів, а також влаштуванням повітряних і повітряно-теплових завіс на дверях і воротах.

5. *Раціоналізація режимів праці та відпочинку* досягається скороченням тривалості робочої зміни, введенням додаткових перерв, створенням умов для ефективного відпочинку в приміщеннях з нормальними метеорологічними умовами. Для робітників, що працюють на відкритому повітрі зимою, обладнують приміщення для зігрівання, в яких температуру підтримують дещо вищою за комфортну.

6. *Застосування теплоізоляції устаткування та захисних екранів.* Як теплоізоляційні матеріали широко використовуються: мінеральна вата, склотканина, керамзит, пінопласт. На виробництві застосовують також захисні екрани для відгородження джерел теплового випромінювання від робочих місць.

7. *Використання засобів індивідуального захисту.* Спецодяг має бути повітро- та вологопроникним (бавовняним, з льону, грубововняного сукна), мати зручний покрій. Для роботи в екстремальних умовах застосовуються спеціальні костюми з підвищеною теплосвітловіддачею. Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплового спецодягу, а під час опадів – плащів та гумових чобіт.

### **9.3 Експериментальна частина**

#### ***Прилади та обладнання***

Для дослідження метеоумов застосовують такі прилади і пристосування: стаціонарний (Августа) та електричний переносний (аспіраційний Ассмана) психрометри, анемометри, кульовий кататермометр. Створення потрібних параметрів мікроклімату в лабораторній роботі проводиться за допомогою тепловологісного пристрою (ТВП) (рис. 9.2).

1. Визначення температури повітря в звичайних умовах проводиться за допомогою термометрів (ртутні або спиртові), термографів та психрометрів (сухий термометр). В лабораторній роботі температуру повітря визначають за сухим термометром аспіраційного психрометра.

2. В тих випадках, коли потрібно провести замірювання величин теплового опромінювання, застосовуємо актинометри.

3. При дослідженні швидкості руху повітря потрібно мати на увазі, що через періодичний цикл тепловиділень, а також через нерівномірне розташування їх джерел напрям повітряних потоків у виробничих



приміщеннях часто може змінюватись. Для вимірювання швидкості руху повітря використовують кульові кататермометри та анемометри.

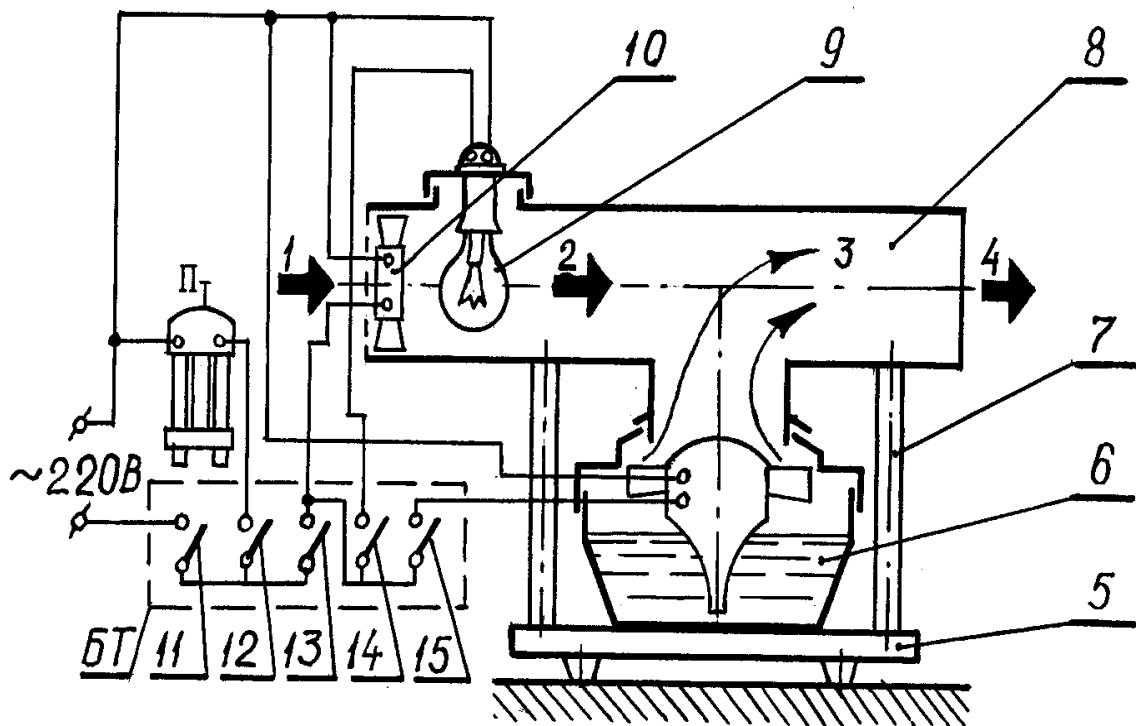


Рисунок 9.2 – Схема тепловологісного пристрою (ТВП)

Кульовий кататермометр використовують для вимірювання невеликих швидкостей руху повітря – з межами коливання від 0,048 до 2,03 м/с.

Вимірювання швидкості руху повітря (зі швидкістю від 1 до 20 м/с) можна проводити за допомогою чашкового анемометра, приймальною частиною якого є хрестовина з 4-ма півкулями, закріпленими на вертикальній осі. Під дією повітря півкулі обертаються, що й показує лічильник. Лічильник можна ввімкнути за допомогою аретира. Поріг чутливості кульового анемометра – 0,8 м/с. До приладу додається тарувальний графік (він закріплений під склом на лабораторному столі) для визначення швидкості руху повітря залежно від числа поділок лічильника за одну секунду.

Для вимірювання швидкості руху повітря в межах від 0,3 до 5 м/с застосовують крильчастий анемометр, диференціальні мікроанемометри, електроанемометри.

4. Вологість повітря визначають такими приладами, як психрометри, гігрометри, гігрографи, план розміщення яких на лабораторному стенді показано на рисунку 9.2.

Стаціонарний психрометр Августа  $\Pi_2$  складається з 2-х термометрів – сухого та вологого, резервуар останнього обгорнутий батистом і змочується водою. Сухий термометр показує температуру навколишнього повітря, а зволожений – більш низьку температуру, тому що відбувається

випаровування води з поверхні батисту, що відбирає тепло. Не можна занурювати зволожений термометр в невеличку ємність з водою, тому що тоді термометр буде показувати температуру води в ємності.

Аспіраційний психрометр  $\Pi_1$  складається з 2-х ртутних термометрів в металевій оправі, які з'єднані загальним повітроводом з вентилятором. Досліджуване повітря зі швидкістю більше 2 м/с проходить навколо обох термометрів, завдяки чому забезпечується постійність психрометричного коефіцієнта, а також усувається вплив теплового опромінювання.

Резервуар зі ртуттю одного з термометрів аспіраційного психрометра обгорнутий батистом, який треба перед початком вимірювань звожити водою за допомогою піпетки. Через 4–5 хвилин після запуску вентилятора починають знімати показники термометрів психрометра.

За допомогою таблиць К.4 та К.5 (додаток К) можна визначити відносну вологість повітря, знаючи величини температури сухого і зволоженого термометрів.

Для безпосереднього визначення відносної вологості повітря застосовують гігрометри, гігрографи, автоматичні психрометри.

5. Для зміни температури, вологості та швидкості руху повітря в невеликому об'ємі (у факелі на виході з ТВП) на робочому місці передбачено використання тепловологісного пристрою (ТВП), схема якого показана на рис. 9.2. На дошці 5 встановлено побутовий зволожувач повітря 6, над яким на стояках 7 закріплена труба-змішувач 8. Для підігріву повітря в трубі-змішувачі встановлена електролампочка 9. Повітря продувається через трубу-змішувач вентилятором 10. В зволожувач 6 заливається вода, яка потім при його роботі розпилюється. Кожний з електроспоживачів вмикається в електромережу змінного струму напругою 220 В за допомогою тумблерів 11, 12, 13, 14, 15, закріплених в коробці БТ (рис.9.2) на лабораторному столі.

В електричній схемі передбачено, що електролампочку 9 не можна ввімкнути без вентилятора 10. Зволожувач 6 можна ввімкнути тільки після вмикання вентилятора 10.

Для вмикання вентилятора аспіраційного психрометра  $\Pi_1$  (рис. 9.2,) передбачений тумблер 12.

Вхідний потік повітря 1 можна підігріти за допомогою електролампочки 9. Підігрітий потік повітря 2 може видуватися вентилятором 10 в напрямку 4, або змішуватись з розпиленою водою 3 при вмиканні зволожувача 6.

ТВП (див. рис. 9.2) дозволяє працювати в таких режимах.

1. Забезпечення тільки потрібної швидкості руху повітря ( $V$ ) на виході 4 без зміни решти параметрів ( $t$ ,  $\varphi$ ). Для цього потрібно ввімкнути тумблер 13 та спрямувати потік повітря 4 в зону вимірювань.

2. Забезпечення потрібної швидкості руху повітря ( $V$ ) зі збільшенням температури ( $t$ ). В цьому випадку потрібно ввімкнути тумблери 13, 14 та спрямувати потік повітря 4 в зону вимірювань.

3. Забезпечення потрібної швидкості руху повітря ( $V$ ) та збільшення його вологості ( $\phi$ ). В цьому випадку вмикаємо тумблери 13, 15 та спрямовуємо потік повітря 4 в зону вимірювань.

4. Забезпечення потрібної швидкості руху ( $V$ ), збільшеної температури ( $t$ ) та вологості ( $\phi$ ). Для цього випадку потрібно ввімкнути тумблери 13, 14, 15 і спрямувати потік повітря 4 в зону вимірювань.

### **Вимоги безпеки**

1. При виконанні лабораторної роботи потрібно обережно користуватися ртутними термометрами. Випадково розлита ртуть має бути негайно зібрана за допомогою зволоженого паперу, тому що її випари отруйні.

2. При використанні вентилятора забороняється його зупиняти руками.

3. Вмикання електроспоживачів має проводитись з виконанням усіх заходів електробезпеки.

### **Проведення експерименту**

Для проведення експерименту потрібно на лабораторному столі розмістити прилади та ТВП так, як вказано на рис. 9.3.

БТ – коробка (блок) тумблерів (закріплена на столі);

БМ-2 – баротермогігрометр (має можливість переміщуватись);

П<sub>1</sub> – аспіраційний психрометр Ассмана (закріплений на кронштейні);

П<sub>2</sub> – психрометр Августа (закріплений на вертикальній стінці стола);

А – анемометр (закріплений на столі);

ТВП – тепловологісний пристрій (має можливість переміщення на столі).

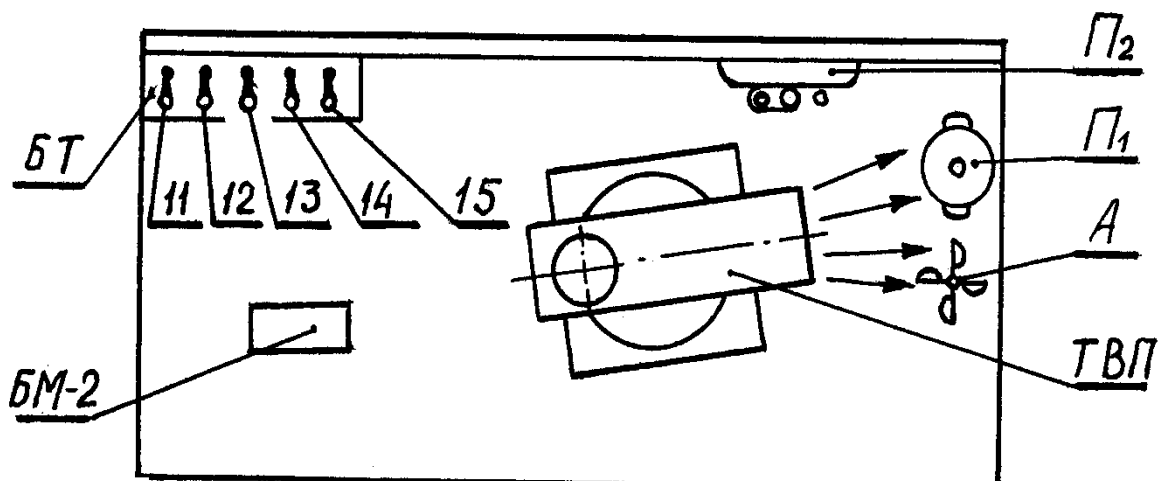


Рисунок 9.3 – План розміщення приладів та ТВП на лабораторному столі

Відстань від ТВП до анемометра встановлюється разом з викладачем при виконанні роботи.

За вказівкою викладача бригада студентів може виконувати обумовлену кількість вимірювань параметрів мікроклімату з наведеного нижче переліку:

*а) визначення параметрів мікроклімату в лабораторному приміщенні (стан № 1) проводиться в такому порядку.*

1. За допомогою кататермометра або крильчастого анемометра визначити швидкість руху повітря в приміщенні та заповнити в табл. К.1 графи 8–12, 15.

2. Визначити вологість повітря в лабораторному приміщенні за допомогою, психрометрів  $\Pi_1$ , та  $\Pi_2$ . Увімкнути тумблери 11, 12. Заповнити в табл. К.1 графи 2–7, 13, 14. Вимкнути всі тумблери.

3. Перенести з табл. К.1 (додаток К) значення  $t$ ,  $\varphi$ ,  $V$  (графи 13, 14, 15) в табл. К.2 (графи 4, 8, 11).

4. Визначити період року та категорію виконуваних робіт в лабораторному приміщенні і виписати з таблиць 9.1 та 9.2 нормовані параметри мікроклімату, записавши їх в табл. К.2, графи 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13.

5. Зробити письмові висновки про стан мікроклімату в приміщенні, заповнивши графу 14 табл. К.2 (додаток К);

*б) визначення параметрів мікроклімату при зміні швидкості руху повітря (стан № 2).*

1. Зволожити аспіраційний психрометр  $\Pi_1$ , увімкнути тумблери 11, 12.

2. Ввімкнути вентилятор 10 ТВП, увімкнути тумблер 13.

3. Спрямувати потік повітря з ТВП на чашковий анемометр та психрометр  $\Pi_1$  (див. рис. 9.3).

4. Після 5–6 хвилин роботи ТВП зняти показники з анемометра А та психрометра  $\Pi_1$ . Тривалість досліду  $\tau = 100$  с. Вимкнути усі тумблери.

5. Заповнити в табл. К.1 графи 5–15.

6. Перенести з табл. К.1 значення  $t$ ,  $\varphi$ ,  $V$  (графи 13–15) в табл. К.2 (графи 4, 8, 11).

7. Визначити період року та категорію виконуваних робіт і виписати з таблиць 9.1 та 9.2 нормовані параметри мікроклімату, записавши їх в табл. К.2 (графи 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13).

8. Зробити письмові висновки про стан мікроклімату в приміщенні. В цьому випадку мають на увазі, що мікроклімат в невеличкому об'ємі біля приладів А та  $\Pi_1$  умовно поширюється на все приміщення;

*в) визначення параметрів мікроклімату при зміні температури та швидкості руху повітря (стан № 3).*

1. Виконати дії, викладені в п.п. 1, 2 завдання б.

2. Ввімкнути тумблер 14 для підігріву повітря.

3. Виконати дії, викладені в п.п. 3–8, завдання б;

г) визначення параметрів мікроклімату при зміні вологості та швидкості руху повітря (стан № 4).

1. Виконати дії, викладені в п.п. 1, 2 завдання б.

2. Ввімкнути тумблер 15 ТВП. В цьому випадку працює вентилятор та зволожувач.

3. Виконати дії, викладені в п.п. 3–8 завдання б;

д) визначення параметрів мікроклімату при зміні температури, вологості та швидкості руху повітря (стан № 5).

1. Виконати дії, викладені в п.п. 1, 2 завдання б.

2. Ввімкнути тумблери 14, 15 ТВП.

3. Виконати дії, викладені в п.п. 3–8 завдання б.

### Контрольні питання

1. Якими параметрами визначають мікроклімат у виробничих приміщеннях?

2. Які мікрокліматичні умови називають оптимальними?

3. Які мікрокліматичні умови називають допустимими?

4. Що таке терморегуляція організму людини і коли вона порушується? Що таке баланс тепла?

5. Якими шляхами тепло, що віддається організмом людини, може відводитися в навколишнє середовище?

6. В яких випадках застосовують нормовані оптимальні, а в яких допустимі параметри мікроклімату?

7. Які фактори (чинники) враховують, коли роблять вибір нормативних параметрів мікроклімату?

8. Яке робоче місце буде постійним?

9. Яке робоче місце буде непостійним?

10. Що таке робоча зона та які її розміри?

11. Як підрозділяються роботи за категоріями важкості залежно від витрат енергії організмом людини? Наведіть коротеньку їх характеристику.

12. Якими приладами та як виконується вимірювання швидкості руху повітря?

13. Якими приладами та як виконується вимірювання вологості повітря?

14. Якими приладами вимірюється інтенсивність теплового опромінювання?

15. В яких виробничих приміщеннях потрібно вимірювати теплове опромінення? Наведіть приклади.

16. В яких виробничих приміщеннях потрібно вимірювати усі чотири параметри мікроклімату?

17. Від чого залежать параметри мікроклімату в житлових, громадських і адміністративно-побутових приміщеннях?

18. Вимоги до вимірювання та контролю параметрів мікроклімату.

## Список джерел

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
2. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»
3. ДСТУ 2293-93 ССБП «Охорона праці. Терміни та визначення».
4. Наказ від 08.04.2014 № 248 Про затвердження «Державних санітарних норм та правил Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу»
5. Ткачук К. Н., Каштанов С. Ф., Зацарний В. В., Ткачук К. К. Виробнича санітарія. Київ : НТТУ «КПІ», 2009. 323 с.

## 10 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОСВІТЛЕННЯ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

### Лабораторна робота № 2

**Мета роботи:** ознайомлення з особливостями вимірювання та нормування освітлення у виробничих приміщеннях, набуття навиків оцінювання ефективності освітлення на робочих місцях та розробки шляхів його нормалізації.

#### 10.1 Підготовка звіту

Звіт має бути виконаний в зошиті або на аркушах формату А4 та вмещувати:

1. Назву лабораторної роботи;
2. Мету роботи;
3. Короткі теоретичні відомості 1 ... 1,5 с.;
4. Протокол експериментів, графік залежності величини коефіцієнта природної освітленості від розміру (ширини) приміщення;
5. Висновки про відповідність фактичного значення коефіцієнта природної освітленості і штучного освітлення нормативним документам;
6. Відповіді на контрольні питання.

#### 10.2 Теоретичні відомості

Правильна організація освітлення робочих місць і виробничих приміщень має суттєве санітарно-гігієнічне значення, сприяє підвищенню продуктивності; праці, зниженню травматизму і професійних захворювань. І навпаки, недостатнє освітлення утруднює роботу і може стати причиною нещасного випадку та захворювання органів зору.

Освітлення має відповідати таким основним вимогам:

- рівень освітленості має відповідати характерові зорової роботи і встановленим нормам;
- бути рівномірним і забезпечувати постійність рівня освітленості;
- не створювати на робочій поверхні різких та глибоких тіней;
- не має створювати зайвої яскравості і блиску в полі зору працівника;
- давати правильний напрям світлового потоку.

#### **Основні поняття**

Основними світлотехнічними величинами є: світловий потік, сила світла, освітленість і яскравість.

Сила світла  $J$  – відношення світлового потоку до тілесного кута, в якому він випромінюється. Одиницею сили світла є кандела (кд). Середнє значення сили світла

$$J = \frac{\Phi}{\omega}, \quad (10.1)$$

де  $\omega$  – тілесний кут, стерадіан.

Світловий потік  $\Phi$  – світлове відчуття, яке викликає оптична частина спектра електромагнітних хвиль довжиною від 0,38 до 0,77 мкм. За одиницю світлового потоку прийнято люмен (лм), який має розмірність кандела помножено на стерадіан.

Для гігієнічної характеристики умов освітлення певної поверхні прийнята освітленість. Освітленість ( $E$ ) – відношення світлового потоку до площі  $S$ , на яку він розповсюджується. Іншими словами, освітленість – це поверхнева густина світлового потоку. Одиниця освітленості – люкс (лк) має розмірність люмен на квадратний метр (лм/м<sup>2</sup>).

$$E = \frac{\Phi}{S}, \quad (10.2)$$

Яскравість  $L$  – відношення сили світла в будь-якому напрямку до площі проекції світлової поверхні, перпендикулярної до цього напрямку. Одиниця яскравості кандела на квадратний метр (кд/м<sup>2</sup>). Середнє значення величини яскравості рівномірної світлової поверхні

$$L = \frac{J}{S \cos \alpha}, \quad (10.3)$$

де  $J$  – сила світла поверхні площею  $S$  у напрямку  $\alpha$ .

Видимість будь-якого предмета (об'єкта розрізнення) на робочому місці залежить від освітленості, розміру предмета, його яскравості, контрасту з фоном.

Об'єкт розрізнення – предмет, який розглядається, окрема його частина або дефект, який потрібно розрізняти в процесі роботи.

Фон – поверхня, що прилягає безпосередньо до об'єкта розрізнення, на якій він розглядається. Характеристики фону визначаються коефіцієнтом відбиття поверхні  $\rho$ , тобто відношенням потоку  $\Phi_B$ , відбитого від поверхні, до потоку  $\Phi_{II}$ , який падає на цю поверхню

$$\rho = \frac{\Phi_B}{\Phi_{II}}. \quad (10.4)$$

Фон буває темний, середній і світлий. Темний фон при  $\rho < 0,2$ ; середній фон –  $0,2 \leq \rho < 0,4$ ; світлий фон –  $\rho > 0,4$ .

Відношення абсолютної величини різниці між яскравістю об'єкта  $L_0$  і фону  $L_\phi$  до яскравості фону  $L_\phi$  називається контрастом об'єкта розрізнення з фоном



$$K = \frac{|L_0 - L_\phi|}{L_\phi}. \quad (10.5)$$

Контраст буває малий, середній і великий. Малий при  $K < 0,2$  (фон і об'єкт за яскравістю мало відрізняються); середній при  $0,2 < K < 0,5$  (фон і об'єкт за яскравістю помітно відрізняються); великий при  $K > 0,5$  (фон і об'єкт різко відрізняються).

В деяких випадках фон і контраст об'єкта з фоном можна визначити візуально. Наприклад, при креслярських роботах: фон (папір) світлий, об'єкт розрізнення (лінія) темний, контраст об'єкта розрізнення з фоном - великий.

### ***Класифікація виробничого освітлення***

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути:

- природним, що створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу;
- штучним, що створюється електричними джерелами світла;
- суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Природне освітлення поділяється на: бокове (одно- або двостороннє), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє, здійснюване через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване – поєднання верхнього та бокового освітлень.

Штучне освітлення може бути загальним та комбінованим. Загальним називаються освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або з урахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення). Комбіноване освітлення складається з загального та місцевого. Його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також, якщо потрібно створити фіксований або змінний в процесі роботи напрямок світла. Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Застосовування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне, чергове.

Робоче освітлення призначене для забезпечення виробничого процесу, переміщення людей, руху транспорту і є обов'язковим для всіх виробничих приміщень.

Аварійне освітлення використовується для продовження роботи у випадках, коли раптове відключення робочого освітлення та пов'язане з ним порушення нормального обслуговування обладнання може викликати вибух, пожежу, отруєння людей, порушення технологічного процесу.

Евакуаційне освітлення призначене для забезпечення евакуації людей з приміщень при аварійному відключенні робочого освітлення. Його необхідно влаштовувати в місцях, небезпечних для проходу людей; в приміщеннях допоміжних будівель, де можуть одночасно знаходитись 100 осіб; в проходах; на сходових клітках; у виробничих приміщеннях, в яких працює більше 50 працівників.

Охоронне освітлення влаштовується вздовж меж території, яка охороняється в нічний час спеціальним персоналом.

Чергове освітлення передбачається у неробочий час, при цьому, як правило, використовують частину світильників інших видів штучного освітлення.

Класифікація виробничого освітлення наведена на рис. 10.1.

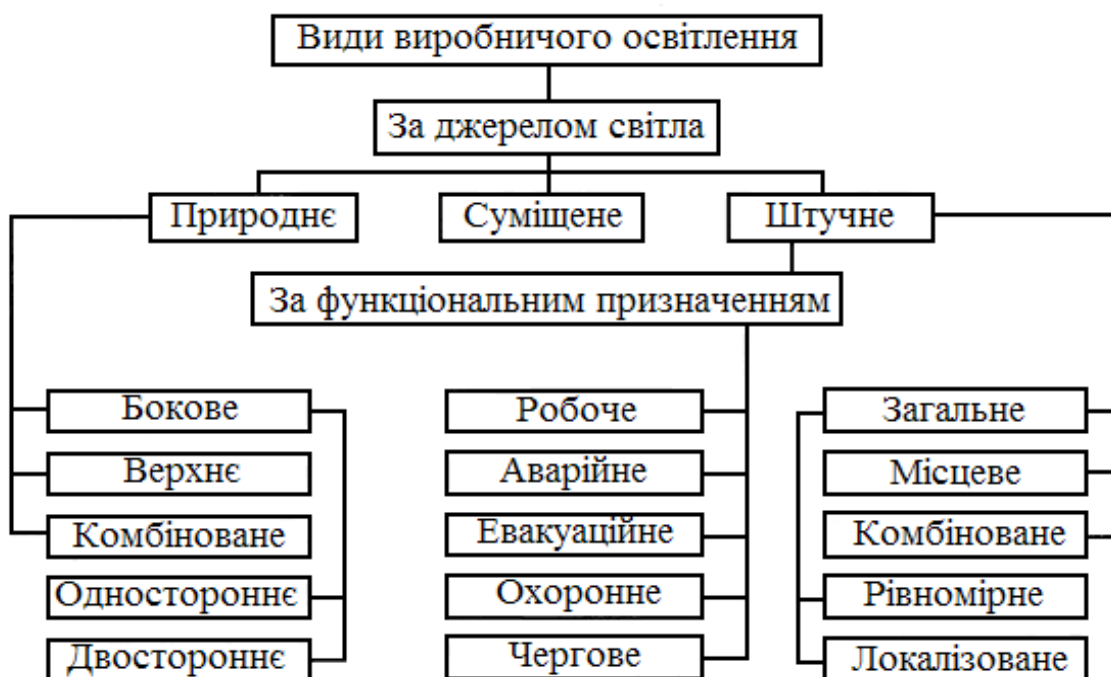


Рисунок 10.1 – Класифікація видів виробничого освітлення

### ***Нормування природного освітлення***

Впродовж світлого часу доби зовнішня освітленість постійно змінюється, що пов'язано зі зміною положення Сонця на небосхилі, наявністю хмарності, її типом тощо. Отже, нормувати природну освітленість приміщень в абсолютних одиницях освітленості – люксах – нераціонально. Тому за нормовану величину природної освітленості прийнято брати відносну величину – коефіцієнт природної освітленості (КПО).

Коефіцієнт природної освітленості – це відношення освітленості в даній точці всередині приміщення ( $E_B$ ) до одночасно заміряної зовнішньої освітленості ( $E_3$ ), створеної світлом повністю відкритого небосхилу

$$e = \frac{E_B}{E_3} \cdot 100\% . \quad (10.6)$$

Наведений показник оцінює не величину освітленості, а ту частку світла, що потрапляє до приміщення через світлові прорізи, від загальної кількості світла, випромінюваного небосхилом. За умови суцільної хмарності у світлий час доби вона практично буде незмінною та буде визначатися площею, орієнтацією, розташуванням вікон, їх типом та чистотою, наявністю і характеристиками сусідніх будинків, сонцезахисних пристроїв, сніжного покриву, а також колірною обробкою інтер'єра, тобто параметрами, якими може керувати архітектор, або величинами, що можуть бути враховані ним у процесі проектування.

Нормовані вимоги до природного освітлення наведені в ДБН В.2.5-28:2018.

КПО нормується:

- при боковому освітленні – у найбільш несприятливій точці робочої поверхні в характерному розрізі приміщення;
- при верхньому та комбіновану освітленні – середнє значення КПО на робочій поверхні в характерному розрізі приміщення. Але, при цьому, освітленість у найбільш несприятливій точці не має бути менша за нормативне значення КПО при боковому освітленні у приміщенні даного типу.

Криві розподілення штучного світла в приміщеннях наведені на рис. 10.2.

При боковому односторонньому освітленні нормується мінімальне значення КПО в контрольній точці характерного розрізу приміщення, розташованій на відстані 1 м від стіни, найбільш віддаленій від віконних прорізів. При двосторонньому боковому – в точці посередині приміщення. При верхньому і комбінованому освітленні нормується середнє значення КПО, яке знаходиться в розрахункових точках (при їх кількості не менше п'яти) характерного розрізу приміщення, причому перша і остання точки знаходяться на відстані 1 м від стін (або середніх рядів колон).

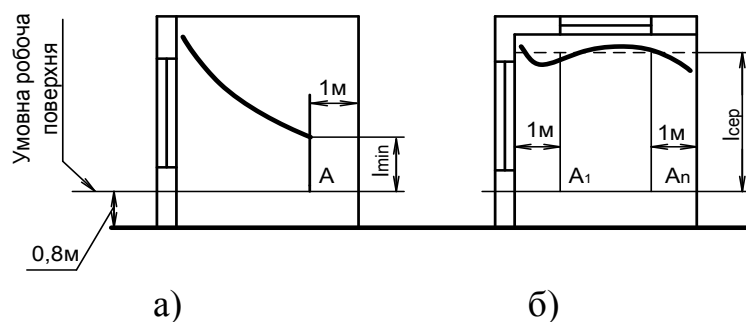


Рисунок 10.2 – Криві розподілення природного світла:

а) – при односторонньому боковому освітленні;

б) – при комбінованому освітленні; А, А<sub>1</sub>, ..., А<sub>п</sub> – контрольні точки

Нормування природного освітлення здійснюється відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 (додаток Л).

Вибір табличного значення КПО за таблицею Л.1 (додаток Л) здійснюється в такій послідовності.

1. Визначається об'єкт розрізнення, тобто предмет чи його окрема частина, який треба розпізнавати під час зорової роботи (наприклад, при кресленні – лінії на рисунку, при роботі з приладами – шкала вимірювань, при роботі з друкованим текстом – букви (індекси)).

2. Вимірюється найменший розмір об'єкта розрізнення, товщина найтоншої лінії на рисунку, товщина лінії градування шкали, товщина лінії букви.

3. За найменшим розміром об'єкта розрізнення визначається один з восьми розрядів зорової роботи та його характеристика.

4. Визначається вид освітлення природним світлом (бокове, верхнє, комбіноване).

5. Вибирається табличне значення КПО за отриманими даними.

### ***Нормування штучного освітлення***

Розрізняють такі системи штучного освітлення:

– загальна – світильники розміщені рівномірно у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою рівномірно – загальне рівномірне освітлення, або з урахуванням розташування робочих місць – загальне локалізоване);

– місцева – створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях (застосовування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань);

– комбінована – складається з загальної та місцевої, застосовується у випадку робіт високої точності, а також, якщо необхідно створити фіксований або змінний в процесі роботи напрямок світла.

Основним нормативним документом, що визначає вимоги до проектування штучного освітлення є ДБН В. 2.5–28–2018, згідно з яким для штучного освітлення нормується абсолютне значення освітленості залежно від розряду, підрозряду зорових робіт (їх чотири а, б, в, г), контрасту об'єкта розрізнення з фоном і характеристики фону. Найбільша нормована освітленість для Іа розряду – 5000 лк, найменша для VIIIв розряду – 20 лк. Під час виконання в приміщенні робіт I–IV розрядів потрібно застосовувати системи комбінованого освітлення. Освітленість системи комбінованого освітлення є сумою освітленостей загального і місцевого освітлення.

Згідно з ДБН В. 2.5–28–2018 для загального штучного освітлення приміщень потрібно використовувати, як правило, розрядні джерела світла, віддаючи перевагу, за однакової потужності, джерелам світла з найбільшою світловою віддачею і строком служби. Використання ламп

розжарювання для загального освітлення допускається тільки у випадках неможливості або техніко-економічної недоцільності використання розрядних ламп. Застосування ксенонових ламп у приміщеннях не дозволяється. Для місцевого освітлення, крім розрядних джерел світла, рекомендується використовувати лампи розжарювання, зокрема галогенні.

Основними вимогами, що висуваються до сучасного освітлення, є: забезпечення найкращих умов зорової роботи, керування освітленням безпосередньо з робочого місця, енергоефективність, енергозбереження протягом усього періоду експлуатації, мінімізація шкоди навколишньому середовищу.

У виборі штучних джерел освітлення до уваги беруться показники, головними з яких є світловий потік, передача кольорів, розподіл яскравості. Найбільш широкого використання для забезпечення штучного освітлення набули розрядні лампи (люмінесцентні, ртутні, високого тиску, дугові типу ДРЛ та ін.), які випромінюють світло в результаті електричного розряду в атмосфері інертних газів і парів металів, а також за рахунок явища люмінесценції.

Розрядні лампи відрізняються низкою переваг: випромінюють світло, близьке до природного; мають тривалий термін дії – 5 ... 20 тисяч годин; велику світловіддачу 30 ... 80 лм/Вт; низьку температуру поверхні колби; низьку потужність живлення (трубчаста люмінесцентна лампа потужністю 23 Вт або компактна люмінесцентна лампа потужністю 10 Вт здатна замінити лампу розжарювання потужністю 100 Вт).

Перспективним напрямком в плані енергозбереження є впровадження світлодіодних ламп. В Україні затверджена Державна цільова науково-технічна програма «Розробка і впровадження енергозберігаючих світлодіодних джерел світла та освітлювальних систем на їх основі» (постанова КМУ №632 від 9.07.2008 р.). Світлодіодні енергозберігаючі лампи, призначені для використання як на вулиці, так і всередині приміщення, поєднують у собі традиційне виконання (цоколь E-27, E-14, MR-16, GU-10) насиченість та чистоту кольору і високу надійність (табл. 10.1).

Порівняно з іншими електричними джерелами світла (перетворювачами електричної енергії в електромагнітне випромінювання видимого діапазону) світлодіоди мають такі відмінності (табл. 10.1):

- високий ККД;
- висока механічна стійкість, вібростійкість (відсутність спіралі та інших чутливих складових); тривалий термін служби, який може досягати 100 тисяч годин, що майже в 100 разів більше, ніж у лампи розжарювання і в 5–10 разів більше, ніж у люмінесцентної лампи. Довговічність світлодіодної лампи залежить також і від параметрів джерела живлення (світлодіодного драйвера), діапазону робочих температур, теплового режиму, надійності електричних мереж;
- спектр сучасних люмінофорних діодів аналогічний спектру люмінесцентних ламп

– малий кут випромінювання, що може бути як перевагою, так і недоліком;

– безпечність – немає необхідності у високій напрузі. Світлодіод, який використовується для освітлення, споживає від 2 до 4 В постійної напруги за струму від декількох сотень мА. В світлодіодному модулі окремі світлодіоди можуть бути ввімкнутими послідовно і сумарна напруга виявляється більш високою (зазвичай 12 або 24 В);

– нечутливість до низьких і дуже низьких температур. Але високі температури протипоказані світлодіоду, як і будь-яким напівпровідникам;

– відсутність отруйних складових (меркурію та ін.), отже, простота утилізації.

Таблиця 10.1 – Порівняльна характеристика світлодіодних ламп денного світла і люмінесцентних ламп

Параметри	Світлодіодна лампа	Люмінесцентна лампа
Шкідливі випромінювання, наявність токсичних речовин	відповідає вимогам ROHS *	УФ-випромінювання, люмінофорні напилення, меркурій (Hg), плумбум (Pb)
Механічна стійкість	висока (оптичний полікарбонат і алюміній)	низька (скло)
Пульсація	відсутня	залежить від типу ПРА
Втрата світлового потоку внаслідок поглинання і повторного відбивання матеріалом рефлектора	не має	є
Чутливість до електромагнітних полів	нечутливі	чутливі
Вимоги до спеціальної утилізації	не має	тільки спец. утилізація
Використання за низьких температур навколишнього середовища	можливе	утруднене
Необхідність баласту/стартера	не потрібний	необхідний
Експлуатаційні витрати	низькі	високі

\*RoHS (англ. Restriction of Hazardous Substances) – директива (прийнята в ЄС, вступила в силу 01.06.2006 р.), що обмежує вміст шкідливих речовин. Дана директива обмежує використання у виробництві шести небезпечних речовин: плумбуму, муркурію, кадмію, сполук шестивалентного хрому (chromium VI або Cr6+); полібромовані біфеноли (PBB); полібромований дифенол-ефір (PBDE).

В лабораторній роботі розглядається тільки робоче освітлення, яке може бути загальним, місцевим і комбінованим. При нормуванні штучного освітлення у виробничих приміщеннях (як і природного) існують вісім розрядів і характеристик зорової роботи, які визначаються найменшим розміром об'єкта, що розрізняється.

Перші три пункти нормування природного освітлення повністю збігаються з початком нормування штучного. Далі йде відмінність:

1. Визначається (в даній роботі візуально) характеристика фону: світлий, середній, темний;

2. Визначається контраст об'єкта розпізнавання з фоном: великий, середній, малий;

3. За таблицею Л.1 (додаток Л), залежно від поєднання характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном, визначається підрозряд зорової роботи (а, б, в, г);

4. Знаючи розряд і підрозряд зорової роботи, за таблицею Л.1, вибираються норми освітленості;

5. Вивчаються примітки до таблиці Л.1 і робиться висновок про необхідність зниження, підвищення на один ступінь чи відповідності табличних норм освітленості даним умовам роботи.

За наявності галузевих норм штучної освітленості (наприклад, для електроприміщень, автогаражів, котелень) треба користуватись останніми.

### ***Нормування суміщеного освітлення***

Суміщене освітлення – освітлення, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

У виробничих приміщеннях із зоровою роботою I–III розрядів потрібно використовувати суміщене освітлення. Суміщене освітлення приміщень житлових, громадських і допоміжних будинків допускається передбачати у випадках, коли це потрібно за умов вибору раціональних об'ємно-планувальних рішень за винятком:

- житлових кімнат житлових будинків і гуртожитків,
- віталень і номерів готелів,
- спальних приміщень санаторіїв і будинків відпочинку,
- групових, ігрових, їдалень і залів для музичних та фізкультурних занять закладів дошкільної освіти,
- палат лікувально-профілактичних установ.

## **10.3 Експериментальна частина**

### ***Вимірювальні прилади***

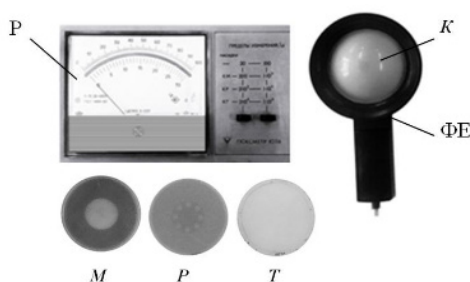
Контроль відповідності нормам величини освітленості здійснюється шляхом її вимірювання приладами, які називаються люксометрами, принцип їх дії заснований на явищі фотоефекту.

В даній роботі можуть використовуватись два типи люксометрів: Ю-116 і Ю-117, які призначені для вимірювання освітленості з безпосереднім відліком за шкалою в люксах.

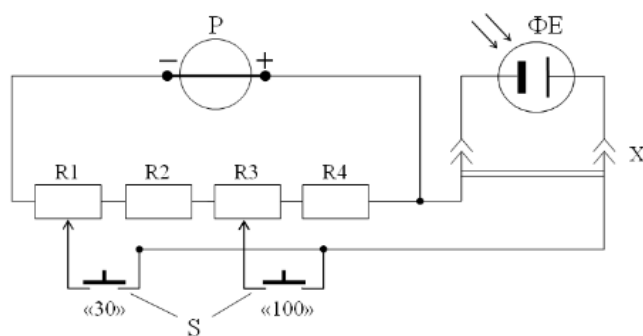
Люксометр типу Ю-116 складається з міліамперметра, селенового фотоелемента типу Ф55С і чотирьох насадок (поглиначів) до фотоелемента (рис. 10.3). Прилад має дві шкали вимірювань, градуйовані в люксах:

верхня шкала має 100 поділок, нижня – 30 поділок. Початкові значення діапазонів вимірювань на кожній шкалі відмічені точкою. На верхній шкалі точка знаходиться над 17-ю поділкою, на нижній – над 5-ю поділкою. На боковій стінці корпусу вимірювача розміщена штепсельна вилка для приєднання фотоелемента.

Селеновий фотоелемент знаходиться у пластмасовому корпусі і приєднується до вимірювача шнуром з розеткою, яка забезпечує правильну полярність з'єднання. Для зменшення косинусної похибки вимірювань застосовується півсферична насадка на фотоелемент, зроблена з білої світлорозсіювальної пластмаси. Насадка позначена буквою К, яка нанесена на її внутрішній бік. Ця насадка застосовується не самостійно, а разом з однією з трьох інших насадок, які мають позначки М, Р, Т.



а)



б)

Рисунок 10.3 – Зовнішній вигляд (а)  
та принципова електрична схема люксметра (б)

Пояснення до рис. 10.3: Р – міліамперметр; ФЕ – фотоелемент селеновий у корпусі; К – півсферична насадка; М, Р, Т – насадки-поглиначі світла; S – перемикач діапазонів; X – роз'єм для підключення селенового фотоелементу; R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> – резистори.

Кожна з трьох насадок разом з насадкою К утворюють три поглиначі з коефіцієнтом ослаблення 10, 100, 1000 і застосовується для розширення діапазонів вимірювання. Діапазон вимірювання і загальний номінальний коефіцієнт ослаблення двох насадок (коефіцієнт перерахування шкали) наведені в таблиці 10.2.



Перед проведенням вимірювань потрібно:

1. Поставити на фотоелемент насадки К і Т. Розмістити фотоелемент і вимірювач на робочому місці;
2. Приєднати фотоелемент до вимірювача;
3. Натиснути праву кнопку на лицьовій панелі вимірювача, над якою нанесені найбільші величини діапазонів вимірювань, кратні 10;
4. Якщо стрілка приладу не доходить до 17-ї поділки за шкалою 0–100, то треба натиснути ліву кнопку, над якою нанесені найбільші значення діапазонів вимірювань кратні 30. В цьому випадку для відліку показань користуються шкалою 0–30;
5. Якщо стрілка приладу не доходить до п'ятої поділки за шкалою 0–30, то треба злегка натиснути праву кнопку, від'єднати фотоелемент, поставити насадки К і Р, приєднати фотоелемент до вимірювача. Далі працювати згідно з пунктами 4, 5.

Таблиця 10.2 – Діапазон вимірювань і номінальний коефіцієнт ослаблення насадок

Діапазон вимірювань, лк	Умовне позначення одночасно застосовуваних двох насадок на фотоелементі	Загальний номінальний коефіцієнт ослаблення застосовуваних двох насадок - коефіцієнт перерахування шкали
5–30 17–100	Без насадок, з відкритим фотоелементом	1
50–300 170–1000	К, М	10
500–3000 1700–10000	К, Р	100
5000–30000 17000–100000	К,Т	1000

Якщо з насадками К і М і при натиснутій лівій кнопці стрілка не доходить до п'ятої поділки за шкалою 0–30, вимірювання потрібно виконувати без насадок, тобто відкритим фотоелементом.

Показання приладу в поділках за відповідною шкалою потрібно помножити на коефіцієнт перерахування шкали, вказаний в табл.10.2, залежно від застосовуваних насадок.

Наприклад, на фотоелементі установлені насадки К і Р, натиснута ліва кнопка, стрілка показує 10 поділок за шкалою 0–30. Вимірювана освітленість дорівнює  $10 \times 100 = 1000$  Лк.

В кінці вимірювання від'єднати фотоелемент від вимірювача люксметра, установити на фотоелемент насадку Т; укласти фотоелемент в кришку футляра.

## УВАГА!

Бережіть люксометр від ударів і струшувань. Бережіть фотоелемент від надмірної освітленості, яка не відповідає вибраним насадкам. Поводьтеся з фотоелементом і насадками як з оптичним приладом.

### Вимоги безпеки

1. До виконання лабораторної роботи допускаються студенти, які прослухали первинний інструктаж з промислової та пожежної безпеки.
2. Перед початком дослідної частини роботи ознайомитись з методичними вказівками з проведення лабораторної роботи.
3. Заборонено торкатися та вмикати без дозволу викладача прилади та обладнання, які не стосуються виконуваної роботи.
4. Працювати з приладами та лабораторним обладнанням згідно з методичними вказівками.
5. При вимірюваннях не допускати довготривалої дії освітлення, яке перевищує граничне значення шкали приладу, що може призвести до замикання у вимірювачі.
6. Після закінчення виконання роботи вимкнути прилад та помістити фотоелемент у світлозахисний футляр.

### 10.4 Виконання лабораторної роботи

**Завдання 10.1.** Нормування і визначення КПО в приміщенні лабораторії.

1. Підготувати табл. 10.3 до запису результатів вимірювання і розрахунків.
2. За допомогою люксометра виміряти внутрішню горизонтальну освітленість ( $E_v$ ) в точках характерного розрізу приміщення лабораторії. Першу і останню точки вимірювань взяти відповідно на віддалі 1 м від вікна (від протилежної віконному прорізу стіни).
3. Значення зовнішньої освітленості ( $E_v$ ) задає викладач.
4. Розрахувати величину КПО для кожної точки, користуючись формулою (10.6).
5. Визначити табличне КПО для навчальної лабораторії.
6. Зробити висновок про відповідність нормованого значення КПО фактичному.
7. Побудувати криву залежності КПО від відстані. На кривій позначити контрольну точку, в якій нормується КПО для приміщення лабораторії. На основі наявних даних визначити робочі місця, що відповідають нормованим значенням КПО.
8. Зробити висновки.

**Завдання 10.2.** Нормування і вимірювання характеристик штучного освітлення в приміщенні лабораторії.

Підготувати табл. 10.4. для запису результатів вимірювання.

1. Виявити, що є об'єктом розрізнення при виконанні лабораторної роботи.

2. За допомогою вимірювальної лінзи виміряти найменший розмір об'єкта розрізнення.

3. Заповнити всі пункти табл.10.4. Визначити характеристику зорової роботи.

4. Знайти розряд зорової роботи, який відповідає визначеній характеристиці.

5. Візуально визначити характеристику фону, на якому знаходиться об'єкт розрізнення.

6. Візуально визначити контраст об'єкта з фоном.

7. Відповідно до характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном визначити підрозряд зорової роботи.

8. Відповідно до розряду і підрозряду зорової роботи вибрати норми штучного освітлення.

9. Вивчити примітки до таблиці Л.1 (додаток Л) і вирішити, чи необхідно їх урахувати. Вибір поправок обґрунтувати, про що зробити відповідний запис під табл. 10.4.

10. Закрити вікна шторами. Визначити загальне освітлення лабораторії. За допомогою люксметра визначити найменше значення освітленості на робочій поверхні стола. Ввімкнути місцеве освітлення і виміряти величину комбінованого освітлення.

Таблиця 10.3 – Результати дослідження природного освітлення лабораторії

Точка вимірювання	Ев, лк	Ез, Лк	Розрахункове значення КПО, %	5. КПО в контрольній точці, %	
				6. Розмір об'єкта розрізнення, мм	
				7. Розряд зорової роботи	
1	2	3	4	8. Нормоване значення КПО, %	
1					
2					
3					
4					
5					

Висновок: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Порівняти нормовані і вимірні значення освітленості і сформулювати висновки. У висновках дати повну характеристику зорової роботи, яку можна виконувати при вимірній освітленості, використовуючи при цьому таблицю Л.1.

Таблиця 10.4 – Нормовані і вимірні значення штучної освітленості в приміщенні лабораторії

1	Об'єкт розрізнення		
2	Найменший розмір об'єкта, мм		
3	Характеристика зорової роботи		
4	Розряд зорової роботи		
5	Характеристика фону		
6	Контраст об'єкта з фоном		
7	Підрозряд		
8	Нормоване значення освітленості, лк	комбіноване	
		загальне	
9	Нормоване значення освітленості з урахуванням поправок, лк	комбіноване	
		загальне	
10	Вимірне значення освітленості, лк	комбіноване	
		загальне	

Норма освітленості підвищена (знижена) в зв'язку з: \_\_\_\_\_

Висновки: \_\_\_\_\_

### Контрольні питання

1. Дати означення основних світлотехнічних понять і величин.
2. Що є критерієм кількісного оцінювання природного освітлення?
3. Що таке умовно прийнята горизонтальна поверхня?
4. Що таке характерний розріз приміщення при боковому освітленні?
5. Зобразіть криві розподілення природного світла в приміщенні при боковому і комбінованому освітленні. Вкажіть величину середнього і мінімального значення КПО.
6. В якій точці кривої розподілення КПО нормується його значення при боковому освітленні?
7. Як здійснюється вибір табличного значення КПО?
8. Що таке найменший об'єкт розрізнення?
9. Як визначається нормоване значення КПО?
10. Що таке коефіцієнт сонячності і коефіцієнт світлового клімату?
11. Перерахуйте основні переваги і недоліки газорозрядних ламп і ламп розжарювання.
12. Які існують системи і види штучного освітлення?

13. Чому забороняється використання одного місцевого освітлення у виробничих приміщеннях?

14. Як здійснюється нормування штучного освітлення у виробничих приміщеннях?

15. В яких випадках норми освітленості штучним світлом підвищуються, а в яких знижуються?

16. Поясніть порядок вимірювання освітленості люксометром Ю-116.

### Список джерел

1. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.
2. Методичні вказівки до лабораторного заняття «Розрахунок загального рівномірного штучного освітлення виробничих приміщень» з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі»: для студентів усіх спеціальностей та форм навчання / Укл. : В.І. Шмирко, О.В. Коробко, Ю.І.Троян. –Запоріжжя: каф. ОПіНС. НУ«Запорізька політехніка», 2020. – 36 с.
3. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Дослідження природної освітленості виробничих приміщень» з дисципліни «Основи охорони праці» для студентів усіх спеціальностей усіх форм навчання / Укл. : О. В. Коробко, Ю. В. Якімцов, Ю. І. Троян. Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. 14 с.
4. Михнюк Т. Ф. Охрана труда: учеб.пособие для студ. учреждений, обеспечивающих получение высш. об-разования по спец. в области радиоэлектроники и информатики. Минск : ИВЦ Минфина, 2007. 320с.
5. Сокол Т. С.Охрана труда : учебное пособие. Минск: Дизайн ПРО, 2006. 304с.
6. Ткачук К. Н., Каштанов С. Ф., Зацарний В. В., Ткачук К. К. Виробнича санітарія. Київ : НТТУ «КПІ», 2009. 323 с.
7. Щербина Н. В., Мельниченко Д. А., Копыток А. В.Охрана труда. Проектирование и расчет производственного освещения : методическое пособие. Минск : БГУИР, 2009. 136 с.

# 11 ДОСЛІДЖЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ШУМУ

## Лабораторна робота № 5

**Мета роботи:** ознайомитись з фізичними характеристиками шуму, особливостями його вимірювання та нормуванням, дослідити ефективність захисту від шуму звукоізолювальними перешкодами, навчитися розробляти заходи по зменшенню шумового навантаження на працівника..

### 11.1 Підготовка звіту

Звіт має бути виконаний в зошиті або на аркушах формату А4 та вміщувати:

1. Назву лабораторної роботи;
2. Мету роботи;
3. Короткі теоретичні відомості 1 ... 1,5 с.;
4. Протокол експериментів, побудовані графіки за результатами вимірювання та нормативними значеннями шуму залежно від роботи, яка виконується в приміщенні;
5. Виконані відповідно до варіанта розрахунки;
6. Висновки про відповідність отриманих значень нормативним показникам;
7. Відповіді на контрольні питання.

### 11.2 Теоретичні відомості

#### *Основні поняття та фізичні характеристики шуму*

Одним з найважливіших чинників поліпшення умов праці, підвищення рівня її безпеки є зниження виробничого шуму. Збільшення потужностей сучасного устаткування, машин, побутової техніки, розвиток усіх видів транспорту призвели до того, що людина на виробництві й у побуті постійно піддається впливу шуму високої інтенсивності. Шум шкідливо впливає на весь організм і, у першу чергу, на центральну нервову і серцево-судинну системи. Тривалий вплив інтенсивного шуму може призвести до погіршення слуху, а в окремих випадках – до глухоти. Шум на виробництві несприятливо впливає на працівника: послаблює увагу, прискорює стомлення, уповільнює швидкість психічних реакцій, утруднює своєчасну реакцію на небезпеку. Все це знижує працездатність і може бути причиною нещасних випадків. Тому питання боротьби з шумом мають велике значення у всіх сферах виробництва.

Звук – це коливальний рух пружного середовища (тверді тіла, рідини, газу), який розповсюджується хвилеподібно. Рух звукової хвилі супроводжується періодичними підвищеннями і пониженнями тиску в середовищі.

Шум – безладне поєднання звуків різної частоти та інтенсивності. Він виникає при механічних коливаннях у твердих, рідких та газоподібних середовищах. Залежно від джерела та фізичної природи виникнення розрізняють шуми механічного, аерогідродинамічного, електротехнічного походження. Механічний шум обумовлений коливанням деталей машин, ударами. Аерогідродинамічні шуми виникають при русі рідин і газів по трубопроводах, при викиді газів в атмосферу, при обтіканні тіл і перешкод. Електротехнічні шуми виникають при роботі електродвигунів, трансформаторів, електричних машин. Шум, який розповсюджується у повітряному середовищі, прийнято називати повітряним; шум, який передається конструкціями, називають структурним.

Основні фізичні характеристики звукової хвилі – звуковий тиск  $p$  (Па),  $p$  (Па), коливальна швидкість  $v$  (м/с), інтенсивність  $I$  (Вт/м<sup>2</sup>) і частота  $f$  (Гц)  $f$  (Гц).

Звуковий тиск  $p$  (Па)  $p$  (Па) – це змінний надмірний тиск, який виникає в середовищі при проходженні звукової хвилі.

Розповсюджуючись у середовищі, звукові хвилі переносять енергію, яка характеризується інтенсивністю звуку.

Інтенсивність звуку  $I$  (Вт/м<sup>2</sup>) – це середня енергія, яку звукова хвиля переносить в одиницю часу через одиницю площі поверхні, яка розміщена перпендикулярно до напрямку розповсюдження хвилі.

Коливальна швидкість, м/с

$$V = p/(\rho \times c), \quad (11.1)$$

де  $p$  – звуковий тиск, Па;

$\rho$  – густина середовища, кг/м<sup>3</sup>;

$c$  – швидкість розповсюдження звуку в середовищі, м/с;

$\rho \times c$  – питомий акустичний опір середовища (для повітря  $\rho \times c = 410 \text{ Па} \times \text{с/м}$ ).

Швидкість звуку в повітрі при  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  приблизно дорівнює 334 м/с, в сталі – 5000 м/с, в бетоні – 4000 м/с. Інтенсивність звуку пов'язана зі звуковим тиском залежністю

$$I = p \times v = p^2/\rho \times c. \quad (11.2)$$

Органи слуху людини сприймають звуки з частотами коливань 16–20000 Гц і не сприймають інфразвук (до 16 Гц) і ультразвук (понад 20000 Гц). Однак і інфразвук, і ультразвук також специфічно та негативно впливають на організм людини.

Оскільки звук – хвиля, що являє собою коливальний процес, то він характеризується такими поняттями, як період коливання  $T$  (час, протягом якого відбувається 1 повне коливання), частота коливань (число повних коливань за 1 с), амплітуда коливань (найбільше відхилення від точки стійкої рівноваги).

Людина здатна реагувати не на абсолютну інтенсивність звуку, а на зміну інтенсивності відносно порогової величини. Згідно з законом Вебера-Фехнера відчуття людини, які виникають при сприйманні звуків, пропорційні логарифму інтенсивності звуку. Враховуючи це, а також з метою спрощення операцій з великими числами, які характеризують звук на практиці, користуються логарифмічними рівнями інтенсивності звуку  $L_I$  звукового тиску  $L_p$ , що вимірюються в децибелах (дБ) і визначаються за формулами:

$$L_I = 10 \lg(I/I_0), \quad (11.3)$$

$$L_p = 20 \lg(p/p_0), \quad (11.4)$$

де  $I, I_0$  – відповідно, інтенсивність звуку (фактична та порогова),  $\text{Вт/м}^2$ ;  
 $p, p_0$  – відповідно, звуковий тиск (фактичний і пороговий), (Па).

Величини мінімального звукового тиску та мінімальної інтенсивності звуків, які починає відчувати людина слуховим апаратом, називають пороговими. Логарифмічна шкала рівнів звукового тиску побудована так, що порогові звукові тиски відповідають порогу чутності ( $L = 0$  дБ) тільки на частоті 1000 Гц, яка прийнята як стандартна частота порівняння в акустиці. При частоті 1000 Гц  $I_0 = 10^{-12}$  дБ,  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па.

Децибел – це одиниця виміру звуку (десята частина бела, 1 дБ = 0,1 Б), яка показує, наскільки інтенсивність даного звуку в логарифмічних значеннях більша умовного порога чутності.

Органи слуху людини чутливі не до інтенсивності, а до звукового тиску, тому для вимірювання шуму та оцінювання його дії на людину застосовують рівні звукового тиску.

Для частотної характеристики шуму звуковий діапазон за частотою розбивається на смуги з відповідним співвідношенням верхньої граничної частоти  $f_v$  до нижньої  $f_n$ . Розрізняють октавну, третиннооктавну та півоктавну смуги частот. Октавна смуга – це така смуга частот для якої відношення верхньої граничної частоти до нижньої дорівнює 2:  $f_v/f_n = 2$ .

Середньгеометрична частота октавної смуги дорівнює  $f_{сг} = \sqrt{f_v \cdot f_n}$ , для третиннооктавної смуги  $f_v/f_n = \sqrt[3]{2}$ , для півоктавної –  $f_v/f_n = \sqrt{2}$ .

Оскільки, шум, як правило, є сукупністю звуків різної частоти, то для зручності нормування здійснюють розкладання шуму на складові його тону (звуки приблизно однієї частоти). Така операція називається спектральним аналізом, а графічне зображення залежності рівнів звукового тиску від частоти називається частотним спектром шуму. За спектром шум класифікується на широкосмуговий, тональний і змішаний (рис. 11.1).

Широкосмуговий шум має безперервний спектр, шириною більше однієї октави. Вимірюється він у дев'яти октавних смугах. Характеристика смуг наведена у таблиці 11.1.



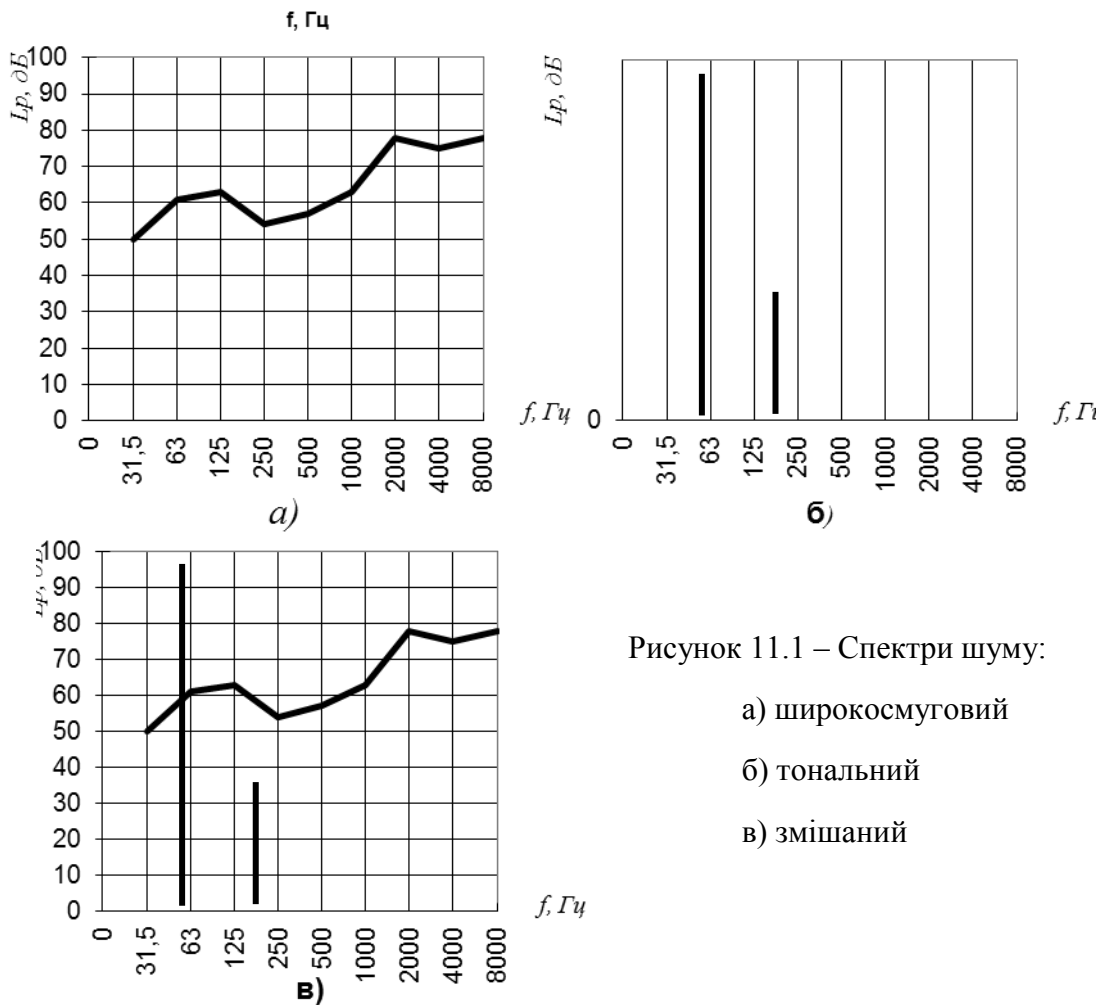


Рисунок 11.1 – Спектри шуму:

- а) широкополосний
- б) тональний
- в) змішаний

Таблиця 11.1 – Характеристики октавних смуг

Номер смуги	1	2	3	4	5		6	7	8	9
Середньогометрична частота, Гц	31,5	63	125	250	500		1000	2000	4000	8000
Нижня гранична частота, Гц	22	45	90	180	355		710	1400	2800	5600
Верхня гранична частота, Гц	45	90	180	355	710		1400	2800	5600	11200

Спектр широкополосного шуму наведений на рис. 11.1, а.

Тональний шум має виразні дискретні тони. Спектр такого шуму лінійний. Вимірюється в третиннооктавних смугах частот із перебільшенням рівня в одній смугі над сусідніми не менш як на 10 дБ. Спектр тонального шуму наведений на рис. 11.1, б. Якщо одночасно діють широкополосний і тональний шуми, то спектр такого шуму змішаний (див. рис. 11.1 в).

### **Класифікація шумів**

Шуми прийнято класифікувати залежно від джерела виникнення, спектрального складу, характеру спектра і часовими характеристикам (рис. 11.2).

За джерелом виникнення шуми поділяються на: механічні, аеродинамічні, гідравлічні, електромагнітні.

Залежно від спектрального складу шуми бувають низькочастотні: максимум звукового тиску в діапазоні частот нижче 300 ... 400 Гц; середньочастотні – 300 (400) ... 800 (1000) Гц і високочастотні: понад 800 (1000) Гц.

Залежно від характеру спектра шуми бувають тональними, в спектрі яких є чутні дискретні тони, і широкосмуговими – з безперервним спектром шириною більше однієї октави.

За часовими характеристиками шуми поділяють на: постійні, рівень звуку яких за 8-годинний робочий день змінюється не більше, ніж на 5 дБА, і непостійні, для яких ця зміна за 8-годинний робочий день більше 5 дБА.

У свою чергу, непостійні шуми ділять на такі, що змінюються з часом (рівень звуку безперервно змінюється), переривчасті (рівень звуку поступово змінюється на 5 дБА і більш не частіше, ніж через 1 сек і більше) і імпульсні (що складаються з декількох звукових сигналів, тривалістю менше 1 сек і різницею в рівнях звуку 7 дБА).



Рисунок 11.2 – Класифікація виробничого шуму

### **Вплив шуму на організм людини**

Реакція організму на шум залежить від багатьох факторів. Одні люди терпимі до нього, у інших він викликає незадоволення, у деяких – порушує самопочуття, сон, нормальну трудову діяльність. Причиною різного сприйняття шуму може бути вік, стан здоров'я, характер діяльності людини, її настрій. Рівень шуму і фактор часу мають вирішальне значення.

Ступінь подразнювальної дії залежить і від того, наскільки шум перевищує звичний навколишній фон, яка укладена у ньому інформація. Вплив виробничого шуму на організм людини також може супроводжуватися розвитком професійних захворювань. Тривала дія шуму на людину може призвести до часткової (а іноді значної) втрати слуху – професійної приглухуватості й суттєво впливати на весь організм людини.

Шумова хвороба – це загальне захворювання організму з переважним ураженням органу слуху, ЦНС і серцево-судинної системи, що розвивається внаслідок тривалої дії інтенсивного шуму. Характерною рисою цього захворювання є приглухуватість внутрішнього вуха з початковим ураженням у ділянці високих тонів.

Уже при шумі 130 дБ у людини з'являються больові відчуття (рис. 11.3).

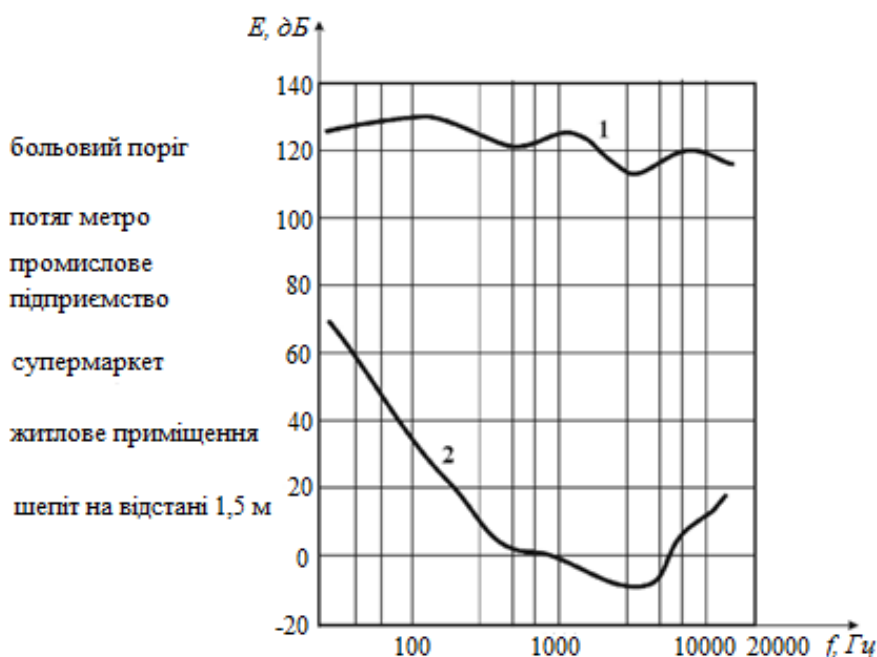


Рисунок 11.3 – Залежність інтенсивності сприйманого звуку від частоти:

1 – поріг звукової чутливості; 2 – поріг звукового відчуття

Шум в 150 дБ для людини, нестерпний, а в 190 дБ вириває заклепки з металевих конструкцій. Шум, маючи кумулятивні властивості, накопичується в організмі та погано впливає, в першу чергу, на центральну нервову і серцево-судинну системи. Шум – причина багатьох захворювань і функціональних розладів. Як показали результати медико-біологічних досліджень, кожен децибел шуму понад допустиму норму знижує продуктивність праці на 1%, збільшує ризик втрати слуху на 1,5% і на 0,5% – ризик серцево-судинних розладів.

Часткова або повна втрата слуху – не рідкісне професійне захворювання у багатьох промислово розвинених країнах. Неприятливий

вплив акустичних коливань призводить не тільки до погіршення слуху. Від надмірного шуму в організмі знижується імунний бар'єр і зростає частота захворювань. Дослідження показують, що на «гучних» підприємствах рівень захворюваності вище середнього на 20%.

Під впливом шуму підвищується внутрішньочерепний і кров'яний тиск, серце починає гірше скорочуватися, порушуються ритм дихання і сон, порушується робота ендокринної системи. Шум є причиною зниження працездатності, ослаблення пам'яті, уваги, гостроти зору, чутливості до попереджувальних сигналів. На думку австрійського вченого Гріффіта, шум є причиною передчасного старіння в 30 випадках зі 100, він скорочує життя людини в «галасливих» містах на 8 ... 12 років. Під дією систематичного шуму продуктивність праці в більшості випадків знижується до 66%, а число помилок в розрахункових роботах збільшується більш ніж на 50%. Тривала дія підвищеного шуму впливає на слух, викликаючи у людини неврози, серцево-судинні та інші захворювання, що спричиняє виробничий травматизм і зниження продуктивності праці.

До неспецифічних змін, які спричиняє дія шуму на організм людини, належить синдром неврастенії або вегето-судинної дисфункції. Хворі скаржаться на головний біль, втому, порушення сну, серцебиття, зниження пам'яті й апетиту. Шум викликає зміни функціонального стану зорового, вестибулярного, шкірного аналізаторів, зниження м'язової витривалості.

### ***Нормування виробничого шуму***

Для захисту людини від несприятливого впливу шуму потрібно регламентувати його інтенсивність, спектральний склад, час впливу. Нормування допустимих рівнів шуму проводиться для різних місць перебування населення (виробництво, будинки, місця відпочинку) і ґрунтується на низці документів, зокрема на ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму» та ін.

Допустимі рівні постійного шуму на робочих місцях, відповідно до ДСН 3.3.6.037-99, наводяться у вигляді граничних спектрів рівнів звукового тиску або допустимих рівнів звуку залежно від виду трудової діяльності або робочого місця (табл. М.1, додаток М). Нормованими параметрами постійного шуму є рівні звукового тиску у восьми октавних смугах. Для орієнтовного оцінювання постійного шуму на робочих місцях допускається приймати рівень звуку в дБА, визначається за шкалою А шумоміра, що враховує суб'єктивні особливості людини при сприйнятті звуків різної природи і частоти.

Якщо вимірний спектр шуму на деяких частотах перевищує гранично допустимий спектр, то висновок про відповідність виміряного шуму гранично допустимому роблять, порівнюючи рівні звукового тиску в  $\delta B(A)$ .

## **Заходи щодо зниження впливу шуму на організм працівника**

Заходи щодо запобігання шкідливій дії шуму мають бути спрямовані на зміну технології процесів і конструкції машин, що є джерелами шуму, заміну шумних агрегатів на безшумні, ударних процесів – на безударні, виготовлення машин, у яких добре підігнані всі деталі, максимальне урівноваження деталей, старанне змазування деталей, заміну металу іншими матеріалами (пластмасою), заміна підшипників кочення на ковзання та на поглинання вібрації.

Якщо ж не вдається знизити рівень шуму на робочому місці до гранично допустимого, необхідно використовувати індивідуальні засоби захисту – антифони, різні типи навушників і шоломи.

Ефективним засобом захисту від шуму є скорочення часу його дії, побудова раціонального режиму праці та відпочинку, перебування працівників під час відпочинку в звукоізованих приміщеннях.

Важливе значення у попередженні розвитку шумової патології мають попередні (під час прийняття на роботу) і періодичні (протягом трудової діяльності) медичні огляди. В цілому, зниження впливу виробничого шуму на організм людини можна здійснити:

- технічними засобами (зниження шуму машин у джерелі виникнення, застосування безшумного або малошумного технологічного процесу);
- будівельно-акустичними заходами;
- застосуванням дистанційного управління «гучними» машинами;
- засобами індивідуального захисту;
- організаційними заходами (вибором раціонального режиму праці та відпочинку, скороченням часу перебування в умовах підвищеного шуму, лікувально-профілактичними та іншими заходами).

### **Розрахунок сумарного рівня шуму**

Розрахунок сумарного рівня шуму в приміщенні здійснюється залежно від особливостей та розміщення джерел шуму.

1. Від **однакових джерел** у рівновіддаленій від них точці рівень шуму визначають за нижчевказаною формулою, дБ

$$L_{\text{сум}} = L + 10 \cdot \lg n \quad (11.5)$$

де  $L$  – рівень шуму одного джерела, дБ;

$n$  – кількість джерел шуму.

2. Якщо рівні шуму **від джерел різні**, сумарний рівень шуму обчислюють за формулою

$$L_{\text{сум}} = L_1 + \Delta L_{\text{доб}}, \quad (11.6)$$

де  $L_1$  – більший з двох вимірюваних рівнів, дБ;

$\Delta L_{\text{доб}}$  – доданок, який визначається за рисунком (рис. М.1, додаток М), дБ.

Величини рівнів шуму визначають експериментально. При декількох джерелах шуму їх рівні підсумовують також за формулою, але послідовно.

*Наприклад*, одне джерело шуму в розрахунковій точці утворює рівень звукового тиску 65 дБ, друге – 67 дБ. Приймаємо  $L_1 = 67$  дБ,  $L_2 = 65$  дБ. Різниця рівнів  $\Delta L_{piz} = L_1 - L_2 = 67 - 65 = 2$  дБ. За рисунком М.1 знаходимо для  $\Delta L_{piz} = 2$  дБ доданок до більшого рівня звукового тиску  $\Delta L_{доб} = 1,7$  дБ. Рівень звукового тиску, який створюється двома джерелами шуму, що працюють одночасно,

$$L_{сум} = 67 + 1,7 = 68,7 \text{ дБ.}$$

3. Рівень шуму, *залежно від відстані* до джерела шуму, визначають за формулою, дБ

$$L_{сум} = L_1 - 20 \cdot \lg r \quad (11.7)$$

де  $L_1$  – рівень шуму на відстані 1 м від вимірюваного джерела шуму, дБ;

$r$  – відстань між мікрофоном і джерелом шуму, м.

Якщо відомий звуковий тиск, який створює кожне джерело шуму, то сумарний звуковий тиск, який утворюють джерела при одночасній роботі, знаходиться за формулою

$$P_{\Sigma} = p_1 + p_2 + \dots + p_n = \sum_{i=1}^n p_i \quad (11.8)$$

Якщо відомі рівні звукового тиску кожного джерела шуму  $L_{p1}, L_{p2}, \dots, L_{pn}$ , то сумарний рівень звукового тиску знаходиться за формулою:

$$L_{p\Sigma} = 20 \lg ( 10^{0,05L_1} + 10^{0,05L_2} + \dots + 10^{0,05L_n} ) = 20 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,05L_i} \quad (11.9)$$

З формул (11.8) та (11.9) видно, що при додаванні шуму від декількох джерел в розрахунковій точці підсумовуються їх звукові тиски, а рівні звукового тиску перераховуються.

*Наприклад*, є три джерела шуму, які створюють в розрахунковій точці рівні звукового тиску  $L_1 = 73$  дБ,  $L_2 = 69$  дБ,  $L_3 = 75$  дБ. Потрібно знайти рівень звукового тиску в розрахунковій точці при одночасній роботі цих джерел.

Згідно з формулою (11.9) сумарний рівень звукового тиску

$$L_{p\Sigma} = 20 \lg ( 10^{0,05 \cdot 73} + 10^{0,05 \cdot 69} + 10^{0,05 \cdot 75} ) = 20 \lg [(4,47 + 2,82 + 5,62) \cdot 10^3] = 82,2 \text{ дБ.}$$

## 11.3 Експериментальна частина

### Опис лабораторної установки

Вимірювання шуму у лабораторній роботі проводиться вимірювачем шуму та вібрації ВШВ-003. На рис. 11.4 зображено його зовнішній вигляд, на рис. 11.5 – структурну схему. При вимірюванні шуму звукові коливання сприймаються мікрофоном й у ньому перетворюються в електричні сигнали, пропорційні звуковому тиску. Електричний сигнал підсилюється підсилювачем, проходить через середньоквадратичний детектор і реєструється приладом. Якщо відбувається вимірювання рівня звукового тиску в октавних смугах, то електричний сигнал пропускається через вбудовані в прилад вимірювальні октавні фільтри.

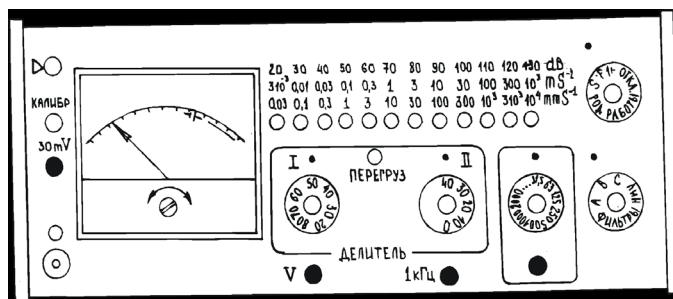


Рисунок 11.4 – Загальний вигляд вимірювача шуму та вібрації ВШВ-003

Лабораторна установка (рис. 11.5) складається з камери 3, яка знаходиться в середині дерев'яного стола. У камері розташовані два джерела шуму 1, 2, з однієї сторони, та мікрофон 6 – з іншої. Камера 3 всередині облицьована звукопоглинальним матеріалом 5 (повсть). Між джерелами шуму 1, 2 та мікрофоном 6 зроблені пази 4 для металеві та пінопластові перешкод. На столі розташований прилад ВШВ-003. Вилка 9 служить для підключення приладу 8 до розеток 10 з напругою 220 В. Джерела шуму 1, 2 мають привод від електродвигунів, які вмикаються тумблерами 11, 12.

### Порядок проведення експериментів та розрахунків

**Завдання 11.1.** Для джерела шуму 1 (ДШ1) виміряти рівень звуку з урахуванням корекції «А» шумоміра та рівні звукового тиску в октавних смугах із середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Ці ж виміри зробити для ДШ2.

Розрахувати аналітично рівні звуку ( $\delta\text{Б}$ ) та рівні звукового тиску, які створюють ДШ1 і ДШ2, що працюють одночасно. Для однієї з середньгеометричних частот перевірити аналітичні розрахунки експериментально.

Вимірювання рівня шуму з урахуванням корекції «А» шумоміра потрібно проводити в такій послідовності:

1. Перед вмиканням приладу ВШВ-003 перемикачі, кнопки, дільники на передній панелі мають знаходитись в таких положеннях:

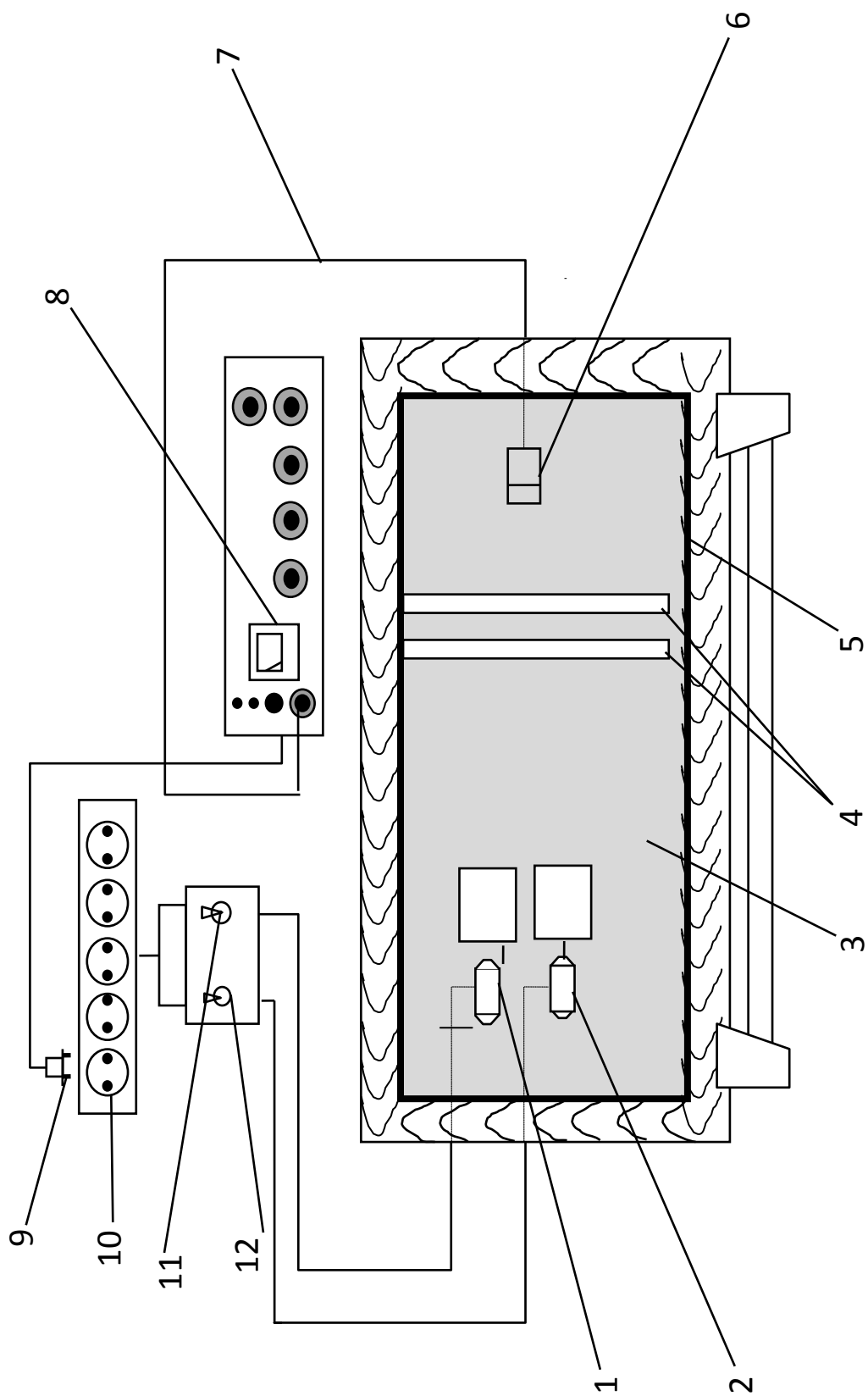


Рисунок 11.5 – Схема лабораторної установки



– кнопки: «КАЛИБР», «V», «1kHz», «ФИЛЬТРЫ ОКТАВНЫЕ» – вимкнуті;

– «ДЕЛИТЕЛЬ I» – 80;

– «ДЕЛИТЕЛЬ II» – 50;

– перемикач «ФИЛЬТРЫ ОКТАВНЫЕ» – в будь-якому положенні;

– перемикач «РОД РОБОТЫ» – вимкнено;

– перемикач «ФИЛЬТРЫ» – А.

2. Перемикач «РОД РАБОТЫ» встановити в положення S. Ввимкнути джерело шуму тумблером 11 або 12. Якщо стрілка приладу відносно нижньої шкала «dB» знаходиться в лівій частині (показує менше, ніж поділка 0), то вона виводиться в праву частину шкали зміною положення перемикача «ДЕЛИТЕЛЬ II», а потім – «ДЕЛИТЕЛЬ I».

Відрахунок за вимірювальним приладом проводиться додаванням показань перемикачів «ДЕЛИТЕЛЬ I», «ДЕЛИТЕЛЬ II» та стрілкового приладу за шкалою «dB». Показання записати в рядок 1 чи 2 табл. 11.2.

Таблиця 11.2 – Результати експериментів

Джерело шуму	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку в дБ(А)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. ДЖ1										
2. ДЖ2										
3. ДШ1+ДШ2 (аналітично)										
4. ДШ1+ДШ2 (експериментально)										
5. ДШ1 або ДШ2 з металевою перешкодою										
6. ДШ1 або ДШ2 з пінопластовою перешкодою										
7. ДШ1 або ДШ2 з металевою та пінопластовою перешкодами										
8. Звукоізолювальна спроможність перешкоди (перешкод)										
9. Нормовані допустимі рівні звукового тиску і еквівалентні рівні звуку										

Якщо «ДЕЛИТЕЛЬ І» знаходиться в положенні 20, а «ДЕЛИТЕЛЬ ІІ» – в положенні 0, і стрілка приладу знаходиться між поділками -10 і 0, то можна зафіксувати значення рівня звукового тиску від 10 до 20 дБ.

**Завдання 11.2.** Дослідити ефективність захисту від шуму звукоізолювальними перешкодами. Побудувати в одній системі координат три спектри шуму: ДШ1 або ДШ2 без звукоізолювальних перешкод, те ж зі звукоізолювальними перешкодами і гранично допустимим спектром шуму.

В один з пазів 4 вставити металеву чи пінопластову перешкоду, або дві перешкоди разом (за завданням викладача). За методикою, описаною в завданні 11.1, виміряти рівні звуку в дБА та рівні звукового тиску в дев'яти октавних смугах, дБ. Дані занести в один з рядків 5, 6, 7, таблиці 11.2.

Визначити звукоізолювальну спроможність перешкоди (або перешкод), віднявши від рівнів звуку в дБА та від рівнів звукового тиску в октавних смугах, дБ джерела шуму без перешкоди (рядки 1, 2), відповідні рівні заміряні з перешкодами (рядки 5, 6, 7). Дані занести в рядок 8 таблиці 11.2.

Для заданої трудової діяльності та робочих місць виписати гранично допустимий спектр шуму та допустимий рівень звуку в дБА в рядок 9 таблиці 11.2.

Побудувати в одній системі координат спектр шуму без перешкоди (рядок 1 або 2 таблиці 11.2), з перешкодою (рядки 5, 6, або 7) і гранично допустимий спектр (рядок 9). По осі абсцис відкласти середньгеометричні частоти  $f_{ст}$  через рівні проміжки (в логарифмічному масштабі), а по вісі ординат – рівні звукового тиску  $L_p$ , в дБ.

Порівняти експериментальні спектри шуму без перешкоди і з перешкодою з гранично допустимими. Зробити висновки про можливість або неможливість роботи людини в даних умовах.

**Завдання 11.3.** Розрахувати рівень шуму в приміщенні, виходячи з заданого варіанта (додаток М). Розрахунок рівня шуму виконати для всіх відстаней від 2 до N метрів (з кроком 1 м). Результати обчислень занести в таблицю 11.3.

Побудувати залежність рівня шуму від відстані (за отриманими розрахунковими значеннями). На графіку відобразити допустимий рівень шуму для виду трудової діяльності за заданим варіантом. Зробити висновки.

Таблиця 11.3 – Результати виконання завдання 11.3

Відстань, м	Розрахункові рівні шуму $L$ , дБ		Сумарний рівень шуму
	$L_1$	$L_2$	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

## Контрольні питання

1. Що таке шум?
2. Якими параметрами характеризується шум?
3. Що таке інфразвук і ультразвук?
4. Які методи захисту від шуму?
5. У чому проявляється шкідливий вплив шуму на організм людини?
6. Основні фізичні характеристики звуку.
7. Зв'язок між інтенсивністю звуку та звуковим тиском.
8. Чому при вимірюванні шуму застосовують логарифмічні одиниці?
9. Що таке частотний спектр шуму?
10. Як зробити висновок про відповідність фактичного спектра шуму гранично допустимому, якщо фактичний спектр шуму на деяких частотах перевищує гранично допустимий?

## Список джерел

1. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 21.05.2007 № 246 «Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій».
2. Наказ МОЗ України від 08.04.2014 р. № 248 Про затвердження Державних санітарних норм і правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу».
3. ДСН 3.3.6.037-99 Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
4. Практикум по охране труда : учебное пособие / Крайнюк Е. В., Богатов О. И., Буц Ю. В., Каслин Н. Д. Харьков : ХНАДУ, 2018. 160 с.
5. ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму». Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 22.02.2016 № 463 «Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови».
6. ДСТУ 3515-97 Акустика й електроакустика. Терміни та визначення.
7. ДСТУ 2325-93 Шум. Терміни та визначення.
8. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. Львів : Афіша, 2005. 349 с.

## 12 ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУГИ ДОТИКУ ТА КРОКУ

### Лабораторна робота № 7

**Мета роботи:** дослідити електробезпеку при однофазному замиканні на землю в трифазній мережі; виявити ступінь і характер зміни напруги дотику і кроку, а також сили струму, який протікає через тіло людини, залежно від її місця знаходження відносно заземлювача.

#### 12.1 Підготовка звіту

Звіт має бути виконаний в зошиті або на аркушах формату А4 та вміщувати:

1. Назву лабораторної роботи;
2. Мету роботи;
3. Короткі теоретичні відомості 1 ... 1,5 с.
4. Протокол експериментів, який містить таблиці 12.1 та 12.2.

Після заповнення таблиць 12.1 та 12.2:

- будуються графіки змін напруг дотику і кроку, а також сили струму, який протікає через людину, залежно від відстані до заземлювача;
  - робляться висновки про характер зміни  $U_d$  і  $U_k$  залежно від положення людини відносно заземлювача, про оптимальні (з точки зору електробезпеки) відстані від заземлювача до людини при дії  $U_d$  і  $U_k$ , обґрунтовані нормованими (рекомендованими) значеннями напруг дотику та кроку, значення яких знаходяться відповідно до п. 2.5;
5. Висновки про відповідність отриманих значень нормативним показникам;
  6. Відповіді на контрольні питання.

#### 12.2 Теоретичні відомості

У разі обриву проводів ліній електропередач та їх контакту з землею, пробою кабельних ліній на землю, замикання на неструмоведучі елементи електроустановок, що мають контакт з землею, доторкання людини, яка стоїть на землі, до струмопровідних частин під напругою тощо земля стає елементом електричної мережі замикання на землю. У випадку проходження струму по землі на її поверхні виникає специфічне поле потенціалів, характер якого визначається конструкцією заземлювача, властивостями ґрунту тощо.

Практично зона підвищених потенціалів на поверхні землі відносно її нульового потенціалу при замиканні на землю через півсферичний заземлювач і однорідному ґрунті обмежується колом із радіусом близько 20 м. Переміщуючись в цій зоні, людина потрапляє під так звану напругу кроку (рис. 12.1).

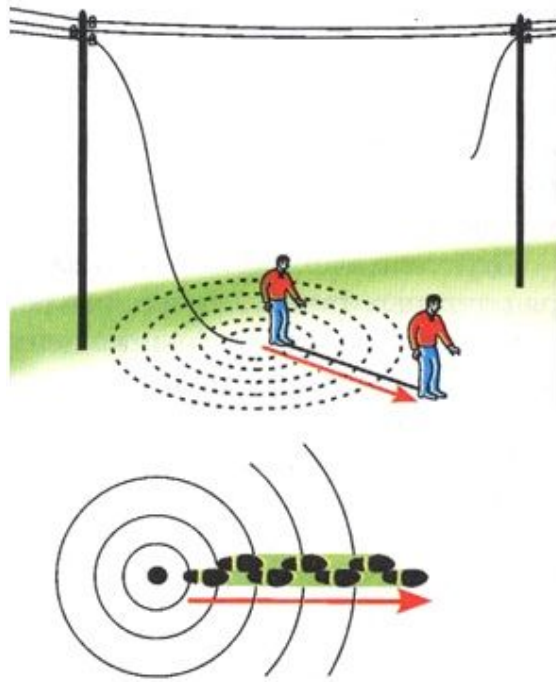


Рисунок 12.1 – Безпечний спосіб виходу з зони напруги кроку

Електричне замикання на землю – це електричне з'єднання струмопровідних частин із землею або з неструмопровідними конструкціями чи предметами, які проводять електричний струм і неізолювані від землі. Такий контакт може бути випадковим або навмисним.

В останньому випадку провідник або група з'єднаних між собою провідників, які знаходяться в контакті з землею, називається заземлювачем. Окремий провідник, який знаходиться в контакті з землею, називається одиничним заземлювачем, або електродом, а заземлювач з декількох паралельно з'єднаних електродів називається груповим або складним заземлювачем.

Причинами протікання струму на землю є замикання струмопровідних частин на корпус електричного обладнання, який з'єднано через заземлювач із землею, падіння проводу на землю і т. п. В усіх цих випадках відбувається різке зниження потенціалу (тобто, напруги відносно землі) струмопровідної частини, яка з'єднана з землею.

Це явище (надто сприятливе за умовами безпеки) використовують як захід захисту від ураження струмом при випадковій появі напруги на металевих неструмопровідних частинах, які з цією метою заземлюють. Однак, поряд зі зниженням потенціалу струмопровідної частини, яка з'єднана з землею, при проходженні струму в землю виникають і негативні явища, а саме: поява потенціалів на заземлювачі і металевих частинах, які знаходяться в контакті з ним, а також на поверхні ґрунту навколо місця розтікання струму по землі. Різниця потенціалів окремих точок кола струму, яка виникає при цьому, зокрема точок на поверхні землі, може досягати великих значень і бути небезпечною для людини.

Значення потенціалів, їх різниця і характер зміни, а також зумовлена ними небезпека ураження людини струмом, залежать від багатьох факторів: значення струму, який тече в землю, конфігурації, розмірів, числа і взаємного розташування електродів, що складають груповий заземлювач; питомого опору ґрунту та ін.

***Розподіл потенціалу на поверхні землі при замиканні на землю***

Проходження струму в землю супроводжується виникненням на заземлювачі і в землі навколо заземлювача, а також на її поверхні потенціалів.

Щоб визначити від чого залежать значення цих потенціалів, як вони змінюються при змінах відстані до заземлення, розглянемо як приклад випадок проходження струму в землю через заземлювач у вигляді півкулі радіусом  $r$  (рис. 12.2). Цей заземлювач на практиці, як правило, не застосовується. Однак використання його як прикладу зручне, оскільки при цьому різко спрощуються математичні викладки. Для більшого спрощення припустимо, що ґрунт однорідний, тобто, в будь-якій точці має однаковий питомий опір  $\rho$ , Ом·м.

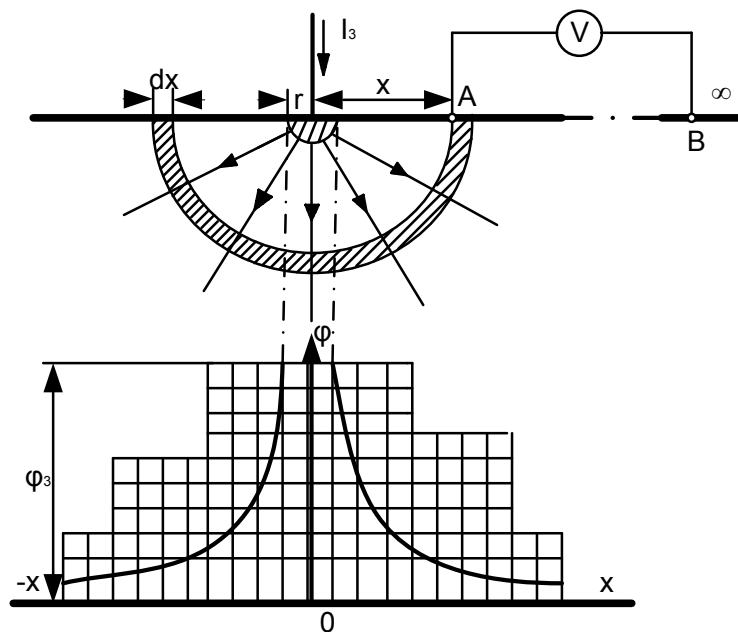


Рисунок 12.2 – Розподіл потенціалу на поверхні землі навколо заземлювача у вигляді півкулі

Оскільки ґрунт однорідний, струм в ньому буде розтікатися від півкулі рівномірно і симетрично в усі сторони (від радіуса півкулі) щільність його в землі буде зменшуватися з віддаленням від заземлювача. На відстані  $x$ , м, від центра півкулі густина струму, А/м<sup>2</sup>,

$$j = I_3 / 2\pi x^2. \tag{12.1}$$

В об'ємі землі, де проходить струм, виникає так зване поле розтікання струму. Теоретично воно займає простір до нескінченності. Однак в дійсних умовах вже на відстані 20 м від заземлювача переріз шару землі, через який проходить струм, виявляється настільки великим, що густина струму тут практично дорівнює нулю. Отже, в даному випадку, тобто при заземлювачі у вигляді кулі малого радіуса, поле розтікання можна вважати обмеженим об'ємом півсфери, радіус якої дорівнює приблизно 20 м.

При змінному струмі частотою 50 Гц поле розтікання струму у однорідному середовищі можна розглядати як стаціонарне електричне поле, напруженість якого  $E$ , В/м, пов'язана з густиною струму співвідношенням (закон Ома в диференціальній формі)

$$E = j \cdot \rho. \quad (12.2)$$

При цьому лінії напруженості електричного поля збігаються з лініями густини струму, які (в даному випадку) збігаються також з радіусами заземлювача у вигляді півкулі. Враховуючи (12.1),

$$E = I_3 \cdot \rho / 2\pi x^2.$$

Спад напруги в елементарному шарі землі товщиною  $ax$ , м

$$dU = E \cdot dx = \frac{I_3 \rho}{2\pi x^2} dx. \quad (12.3)$$

Для визначення потенціалу будь-якої точки в об'ємі землі, наприклад точки А, виберемо ще одну точку (В), яка лежить в нескінченності, потенціал якої відомий і дорівнює нулю. Тоді напруга (різниця потенціалів)  $U = \varphi_A - \varphi_\infty = \varphi_A$ .

З урахуванням (12.3), потенціал точки А дорівнює

$$\begin{aligned} \varphi_A &= \int_x^\infty dU = \int_x^\infty \frac{I_3 \rho}{2\pi x^2} dx; \quad \frac{I_3 \rho}{2\pi} = k = const. \\ \varphi_A &= k \int_x^\infty x^{-2} dx = -k \frac{1}{x} \Big|_x^\infty = -k \left( \frac{1}{\infty} - \frac{1}{x} \right) = k \frac{1}{x}, \end{aligned} \quad (12.4)$$

тобто, потенціал точки з віддаленням її від заземлювача зменшується за гіперболічним законом (див. рис. 12.2).

Максимальний потенціал буде при найменшій відстані від заземлювача, тобто, на поверхні заземлювача при  $x = r$

$$\varphi_{\max} = \varphi \frac{I_3 \rho}{2\pi r} = I_3 R_3, \quad (12.5)$$

де  $r$  – радіус заземлювача, м;

$$R_3 = \frac{\rho}{2\pi \cdot r} - \text{опір розтіканню (опір заземлювача), Ом;}$$

$\varphi_{\max}$  – потенціал заземлювача у вигляді півкулі.

Мінімальний потенціал ( $\varphi = 0$ ) буде мати точка, яка знаходиться на відстані від заземлювача  $x = \infty$ . Практично зона нульового потенціалу починається приблизно з відстані 20 м від заземлювача.

Отже, потенціал на поверхні землі навколо заземлювача у вигляді півкулі змінюється за законом гіперболи, зменшуючись від максимального значення  $\varphi_3$  до нуля при віддаленні від заземлювача (див. рис. 12.2).

Очевидно, що для даного випадку (як і для деяких інших одиничних заземлювачів – стержньового, дискового і т. п.) еквіпотенціальні лінії на поверхні землі являють собою концентричні кола, центром яких є центр заземлювача.

В реальних умовах, коли ґрунт навколо заземлювача неоднорідний, еквіпотенціальні лінії можуть значно відрізнитися від кіл, і зміна потенціалу при віддаленні від заземлювача буде відбуватися не за гіперболою, а за довільною кривою.

В зоні розтікання струму людина може опинитись під різницею потенціалів, наприклад, на відстані кроку.

### **Напруга кроку**

Напругою кроку називається напруга між двома точками кола струму (різниця потенціалів точок дотику), розташованими одна від одної на відстані кроку, на яких водночас стоїть людина.

На рис. 12.3 зображено визначення напруги між точками на поверхні землі (чи іншої основи, на якій стоїть людина) в зоні розтікання струму з одиничного заземлювача у вигляді півкулі.

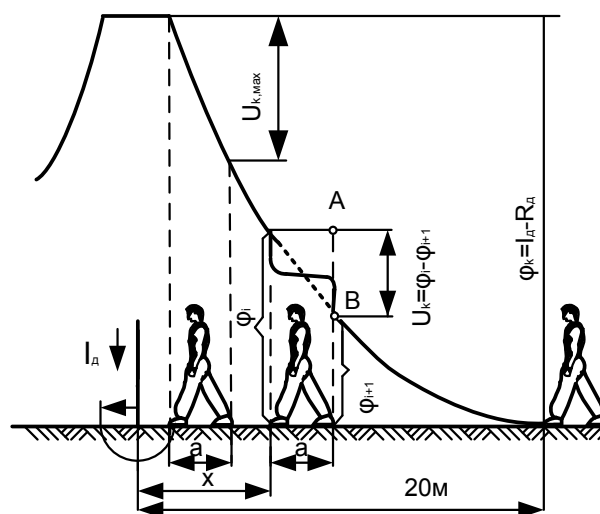


Рисунок 12.3 – Напруга кроку при одиночному заземлювачі у вигляді півкулі



В цьому випадку напруга кроку буде визначатися як різниця потенціалів  $\varphi_x$  і  $\varphi_{x+a}$  між двома точками на поверхні землі в зоні розтікання струму, які знаходяться на відстані  $x$  і  $x+a$  від заземлювача і на відстані кроку одна від одної і на яких водночас стоїть людина. При цьому довжина кроку  $a$  приймається рівною 0,8 м. Таким чином, напруга кроку  $U_k$ , В, буде

$$U_k = \varphi_x - \varphi_{x+a} = I_h \cdot R_h = \varphi_3 \cdot \beta_1, \quad (12.6)$$

де  $\beta_1$  – коефіцієнт напруги кроку, який враховує форму потенціальної кривої,

$$\beta_1 = (\varphi_x - \varphi_{x+a}) / \varphi_3 \leq 1.$$

Оскільки різниця потенціалів між двома точками, на яких стоїть людина, ділиться між опором тіла людини  $R_h$  і послідовно з'єднаними з ним опором взуття  $R_{\text{вз}}$  та опором розтікання основи  $R_{\text{осн}}$ , то

$$\varphi_3 \cdot \beta_1 = I_h (R_h + R_{\text{вз}} + R_{\text{осн}}) = I_h \cdot R_{\text{нов}} = I_h \cdot R_h \cdot R_{\text{нов}} / R_h, \quad (12.7)$$

де  $R_{\text{нов}} = R_h + R_{\text{вз}} + R_{\text{осн}}$  – повний опір людини.

В свою чергу  $I_h \cdot R_h = U_{\text{кр}}$ .

Таким чином, вираз для напруги кроку, з урахуванням спаду напруги на опорі взуття та опорі основи, на якій стоїть людина, згідно з (12.7) прийме вигляд

$$U_{\text{кр}} = \varphi_3 \cdot \beta_1 \beta_2, \quad (12.8)$$

де  $\beta_2$  – коефіцієнт, що враховує спад напруги у додаткових опорах ланцюгів людини,

$$\beta_2 = R_h / R_{\text{нов}} = R_h / (R_h + R_{\text{вз}} + R_{\text{осн}}).$$

### **Висновки**

1. Чим ближче знаходиться людина до заземлювача, по якому протікає струм замикання, тим більша напруга кроку діє на неї. Тому не рекомендується підходити до місця замикання без використання спеціальних захисних засобів ближче ніж на 5 ... 6 м.

2. Чим крутіша потенціальна крива заземлювача, тим більша напруга кроку. Це характерно для одиничних заземлювачів будь-якої форми, а також для групових, які мають велику відстань між сусідніми заземлювачами (10 м і більше).

3. небезпека ураження знижується внаслідок зменшення напруги кроку і струму, який проходить через людину, при збільшенні опору основи, на якій стоїть людина. Тому як ефективні заходи захисту раціо-

нально використовувати діелектричні боти, калоші, а також покриття поверхні землі гравієм, укладання діелектричних килимків та інше.

При замиканні на землю через корпус заземленого обладнання корпус також опиниться під потенціалом заземлювача. У випадку доторкання до корпусу людина опиниться під напругою дотику.

### **Напруга дотику**

Напруга дотику  $U_{\delta}$  – напруга (різниця потенціалів) між двома точками кола струму, до яких одночасно торкається людина (рис. 12.4).

При захисному заземленні, зануленні одна з цих точок має потенціал заземлювача  $\varphi_3$ , а інша – потенціал основи в тому місці, де стоїть людина,  $\varphi_{осн}$ . В цьому випадку напруга дотику буде

$$U_{\delta} = \varphi_3 - \varphi_{осн} = \varphi_3 \cdot \alpha_1, \quad (12.9)$$

де  $\alpha_1$  – коефіцієнт напруги дотику, який враховує форму потенціальної кривої;

$$\alpha_1 = (\varphi_3 - \varphi_{осн}) / \varphi_3 \leq 1.$$

За аналогією з напругою кроку вираз для наруги дотику, з урахуванням спаду напруги на взутті та основі, буде мати вигляд

$$U_{\delta} = \varphi_3 \cdot \alpha_1 \alpha_2, \quad (12.10)$$

де  $\alpha_2$  – коефіцієнт, що враховує спад напруги у додаткових опорах ланцюгів людини  $\alpha_2 = R_h / R_{нов} = R_h / (R_h + R_{вз} + R_{осн})$ ;

$R_{нов}$  – повний опір людини.

Розглянемо випадок дотику людини до корпусів електродвигунів, які заземлені за допомогою одиничного заземлювача у вигляді півкулі (див. рис. 12.2). При замиканні на корпус в одному з цих двигунів, на заземлювачі і всіх приєднаних до нього металевих частинах, також на корпусах двигунів, з'явиться потенціал  $\varphi_3$ . Поверхня землі навколо заземлювача також буде мати потенціал, який змінюється за кривою, що залежить від форми і розмірів заземлювача.

Напруга дотику для людини, яка торкається до заземленого корпусу двигуна і стоїть на землі (рис. 12.4), визначається відрізком  $AB$  і залежить від форми потенціальної кривої і відстані  $A$  між людиною і заземлювачем: чим далі від заземлювача знаходиться людина, тим більше  $U_{\delta}$  і навпаки.

Так, при найбільшій відстані, тобто при  $x = \infty$ , а практично при  $x \geq 0$  м (випадок 2 на рис. 12.4.), напруга дотику має найбільше значення:  $U_{\delta} = \varphi_3$ ; при цьому  $\alpha_1 = 1$ .

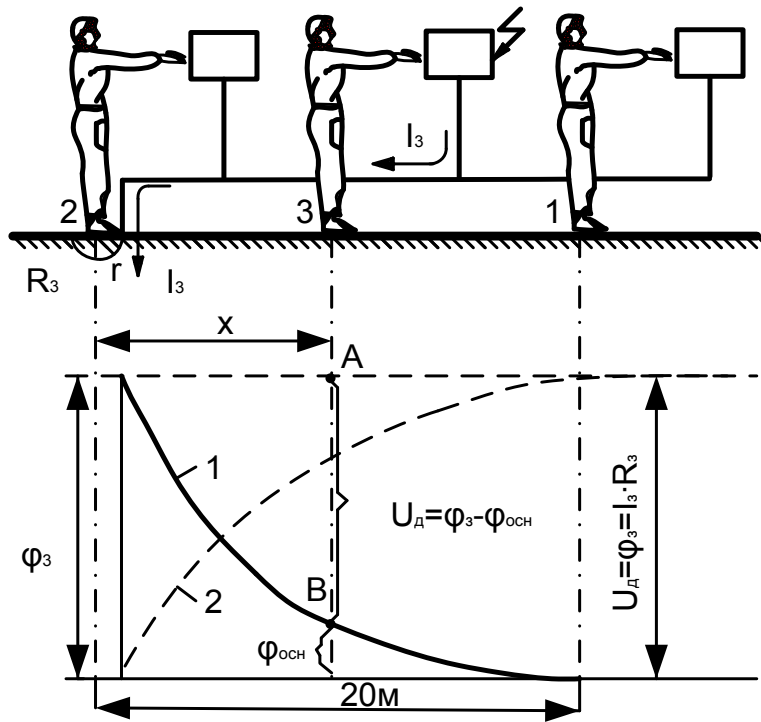


Рисунок 12.4 – Напруга дотику при одиничному заземлювачі:

1 – потенціальна крива;

2 – крива, яка характеризує зміну напруги  $U_{дон}$

Це найбільш небезпечний випадок дотику.

При найменшому значенні  $x$ , тобто коли людина стоїть безпосередньо на заземлювачі (випадок 3 на рис. 12.4),  $U_d = 0$ ; при цьому  $\alpha_1 = 0$ . Це безпечний випадок: на людину напруга практично не впливає, хоча вона знаходиться під потенціалом заземлювача  $\phi_3$ .

При інших значеннях  $x$  в межах 0–20 м (випадок 1)  $U_d$  плавно зростає від 0 до  $\phi_3$ . Крива напруги дотику є дзеркальним відображенням кривої зміни потенціалу основи.

### Висновки

1. З віддаленням від заземлювача напруга дотику збільшується і стає практично рівною з напругою заземлювача на відстані 20 м і більше від нього.

2. Небезпека ураження знижується внаслідок зменшення напруги дотику і струму, який проходить через тіло людини. Силу струму можна зменшити збільшенням опору основи, використовуючи діелектричні боти, калоші, покриваючи землю гравієм і т. п.

3. Для зменшення напруги дотику (напруги кроку) потрібно, щоб крива розподілення потенціалів в зоні розтікання була якомога похилішою. Це досягається вирівнюванням потенціалів за допомогою пристроїв заземлення у вигляді замкнутих контурів або ж у вигляді металевої сітки під площею, на якій встановлено електрообладнання.

### **Нормування напруги дотику та кроку**

Як нормовані значення напруги дотику за ГОСТом 132.1.038-82 [1] прийняті гранично допустимі рівні напруги дотику; їм відповідають гранично допустимі рівні струмів. При цьому враховуються вид дотику (одно-, двофазний), час дії, режим електроустановки (нормальний – якщо немає пошкодження ізоляції, аварійний – коли є пошкодження); частота (50 Гц і 400 Гц) і вид струму (постійний: одно- та двопівперіодний, змінний). В табл. 12.1 наведені гранично допустимі рівні напруги дотику та струму при проходженні струму від однієї руки до іншої та від руки до ніг при нормальному режимі електроустановок для мереж до 1000 В з будь-яким режимом нейтралі і вище з ізолюваною нейтраллю.

Таблиця 12.1 – Нормовані значення напруги дотику

Показник	Час дії $t$ , сек					
	0,1	0,2	0,5	0,9	1	Більше 1
Напруга, В	340	160	105	70	60	20
Сила струму, мА	400	190	125	65	50	6

Значення нормованих напруг та струмів для осіб, що виконують роботу в умовах високих температур (понад 25 °С) та відносної вологості повітря (вище 75%), становлять у три рази менше.

Розрахункове значення напруги кроку рекомендується розраховувати згідно з [2], В,

$$U_{кр} = \frac{(1000 + 6\rho) \cdot 0,116}{\sqrt{t}}, \quad (12.11)$$

де  $\rho$  – питомий опір поверхневого шару землі, Ом·м;

$t$  – час дії, тобто тривалість замикання, с.

Значення  $\rho$  і  $t$  задає викладач.

### **12.3 Експериментальна частина**

#### **Будова стенда**

Стенд, на якому досліджують  $U_k$ ,  $U_\delta$  і  $I_h$  має на лицевій панелі частини схеми, які світяться. На ній розміщені органи управління: вимикачі «сеть», «замыкание»; перемикачі « $U_\delta$ », « $U_k$ » (для вимірювання напруги, відповідно, дотику і кроку) і перемикач положень з одинадцятьма фіксованими положеннями, а також вимірювальні прилади. На панелі зображені: повітряна лінія електропередач з металеву опорою, яка заземлена через заземлювач; криві – потенціальна і напруги дотику. Місця, де проводяться дослідження, висвічуються лампочками, встановленими на різній відстані від заземлювача.

## Проведення експерименту

**Завдання 12.1.** Дослідити характер зміни:

а) напруги кроку залежно від місця знаходження людини відносно заземлювача;

б) сили струму, який протікає через тіло людини, залежно від дії напруги кроку.

1. Підготувати табл. 12.2 для запису результатів вимірювань.

Таблиця 12.2 – Дані досліджень  $U_k$  і  $I_h$

Ч.ч.	Положення людини відносно заземлювача	Напруга кроку $U_{kp}$ , В	Сила струму, який протікає через тіло людини $I_h$ , мА
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

2. Привести стенд в початкове положення. Вимикачі «Сеть» і «Замыкание» поставити у вимкнене положення (вниз), перемикачі « $U_\partial$ », « $U_k$ » – в середнє положення, між надписами « $U_\partial$ » і « $U_k$ », перемикач положення людини відносно заземлювача – у положення «1».

3. Вибрати схему для виконання завдання. Для цього вимикач «Сеть» перевести в робоче положення (вверх); при цьому загоряється напис «10 кВ», який свідчить про подачу напруги на стенд.

4. Вимикач «Замыкание» перевести в робоче положення (вверх), при цьому загоряється: сигнальна лампа місця замикання (ізолятор ЛЕП) і «бігучі вогні», які імітують розтікання струму в землі через заземлювач опори ЛЕП.

5. Перемикач « $U_k-U_\partial$ » з середнього положення переводиться в положення « $U_k$ ». При цьому загоряється сигнальна лампа на кривій « $U_k$ » (синя крива на графіку в центрі стенда) і лампа силуету людини «1» (вверху панелі стенда) при віддаленні її від заземлювача на один крок.

6. Записати показники вольтметра і міліамперметра при цьому положенні перемикачів.

7. Поставити перемикач у положення «2», не змінюючи положення інших перемикачів і вимикачів. При цьому загориться друга лампа на кривій « $U_k$ » і силует людини «2».

8. Записати показання вольтметра і міліамперметра.

9. Перемикач поставити у положення «3», потім «4» і так далі до «11», кожний раз записуючи показники вольтметра і міліамперметра. Положення «11» буде відповідати віддаленню людини від заземлювача на відстань 21 м при кроку 0,8 м (на графіку по горизонтальній осі відкладається відстань в метрах, по вертикальній – напруга кроку).

**Завдання 12.2.** Дослідити характер зміни:

а) напруги дотику залежно від місця положення людини відносно заземлювача;

б) струму, який протікає через тіло людини, залежно від дії напруги дотику.

1. Підготувати табл. 12.3 для запису результатів вимірювань.

Таблиця 12.3 – Дані досліджень  $U_d$  і  $I_h$

Ч.ч.	Положення людини відносно заземлювача	Напруга дотику $U_{dot}$ , В	Сила струму, який протікає через тіло людини $I_h$ , mA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

2. Привести стенд в початкове положення (див. п. 2 у завданні 12.1).

3. Підготувати стенд для вимірювань, виконавши п. п. 3 і 4 завдання 12.1.

4. Перемикач « $U_{kp}-U_{dot}$ » із середнього положення перевести у положення « $U_{dot}$ ». При цьому загорається сигнальна лампа на кривій (зелена крива графіка) і лампа силуету людини «1» (внизу панелі стенда) при знаходженні людини на заземлювачі.

5. Записати показники вольтметра і міліамперметра.
6. Перемикач поставити послідовно у положення «2», «3» і так далі до «11», кожний раз записуючи показники вольтметра і міліамперметра. При перемиканні в тій же послідовності загораються сигнальні лампи з силуетами людини.
7. Після закінчення роботи вимкнути стенд вимикачем «Сеть» і привести його в початкове положення.

### **Контрольні питання**

1. Чому дорівнює потенціал одиничного заземлювача у вигляді півкулі?
2. Дайте означення напруги кроку. Як вона виражається математично?
3. Як визначаються коефіцієнти напруги кроку  $\beta_1$  і  $\beta_2$ ?
4. На якій відстані від заземлювача дія напруги кроку буде найбільшою (найменшою)?
5. Що називається напругою дотику? Як вона виражається математично?
6. Як визначаються коефіцієнти напруги дотику  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$ ?
7. На якій відстані від заземлювача дія напруги дотику буде найбільшою (найменшою)?
8. Поясніть чому крива зміни напруги дотику з відстанню від одиничного заземлювача є дзеркальним відображенням кривої зміни потенціалу основи.
9. Заходи зі зниження небезпечних наслідків дії напруги кроку і напруги дотику.
10. Покажіть на графіку  $U_{кр} = (U_{дот}) = f(x)$  напруги кроку (напруги дотику).
11. Розкажіть про послідовність роботи на стенді при дослідженні змін напруги кроку і напруги дотику.

### **Список джерел**

1. ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
2. Правила устройства электроустановок. Минэнерго СССР. [6-е изд., перераб. и доп.]. Москва : Энергоатомиздат, 1987. 648 с.
3. Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках : учеб. пособие для вузов. Москва : Энергоатомиздат, 1984. 448 с.

## **ДОДАТКИ**



## Додаток А

Таблиця А.1 – Варіанти завдань до практичної роботи № 1 «Надання домедичної допомоги на робочому місці»

№ варіанта	Завдання (дати розширену відповідь)
1	Рятування потопельника.
2	Надання допомоги від ураження електричним струмом.
3	Допомога при отруєнні чадним газом.
4	Надання першої медичної допомоги (штучне дихання).
5	Надання першої медичної допомоги (масаж серця).
6	Допомога при раптовій короткочасній непритомності, яка викликана недостатнім кровопостачанням мозку.
7	Тепловий удар.
8	Сонячний удар.
9	Переохолодження.
10	Відмороження.
11	Отруєння хімічними речовинами.
12	Серцевий напад.
13	Інсульт.
14	Епілепсія.
15	Діабетична кома.
16	Рани.
17	Кровотечі.
18	Відірвана частина тіла.
19	Переломи.
20	Ушкодження очей.
21	Шок.
22	Переохолодження.
23	Відмороження.
24	Перегрівання.
25	Термічні опіки.
26	Хімічні опіки.
27	Ураження електричним струмом.
28	Ураження блискавкою.
29	Тривале здавлення тканин.
30	Утоплення.
31	Отруєння загального характеру.
32	Укус комара, москіта.
33	Заходи профілактики при пораненнях, контактах з кров'ю, біологічними рідинами та біоматеріалами ВІЛ-інфікованого чи хворого на СНІД пацієнта.
34	Надання допомоги від ураження електричним струмом.
35	Надання першої медичної допомоги (штучне дихання).
36	Надання першої медичної допомоги (масаж серця).
37	Допомога при раптовій короткочасній непритомності, яка викликана недостатнім кровопостачанням мозку.
38	Тепловий удар.
39	Сонячний удар.
40	Переохолодження.
41	Відмороження.
42	Отруєння хімічними речовинами.
43	Серцевий напад.
44	Інсульт.
45	Епілепсія.
46	Діабетична кома.
47	Рани.
48	Кровотечі.
49	Відірвана частина тіла.
50	Переломи.

## Додаток Б

### Практична робота № 2 «Атестація робочих місць за умовами праці»

Таблиця Б.1 – Класи умов праці залежно від вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони (перевищення ГДК, разів)

Фактор виробничого середовища (шкідливі речовини)	Клас умов праці					
	Допустимий 2	Шкідливий 3				Небезпечний (екстремальний) 4-й
		1-й ступінь 3.1	2-й ступінь 3.2	3-й ступінь 3.3	4-й ступінь 3.4	
Шкідливі речовини за винятком перерахованих нижче	≤ ГДК	1,1–3,0	3.1–6.0	6.1–10.0	10.1–20.0	>20
Речовини з гостроспрямованим механізмом дії	≤ ГДК		1,1–3,0	3.1–6.0	6.1–10.0	> 10*
Алергени	≤ ГДК		1.1–3.0	3.1–10.0	>10.0	
Канцерогени	≤ ГДК	1.1–3.0	3.1–6.0	6.1–10.0	>10.0	
Протипухлинні лікарські засоби, гормони (естрогени)**					***	
Наркотичні аналгетики**			***			
Метали, оксиди металів	≤ ГДК	1.1–3.0	3.1–10.0	10.1–20.0	>20.0	
Аерозолі переважно фіброгенної дії	≤ ГДК	1.1–2.0	2.1–5.0	5.1–10.0	>10.0	

\* Перевищення вказаного рівня для речовин з гостроспрямованим механізмом дії може призвести до гострого смертельного ураження.

\*\* Речовини, при роботі з якими унеможливлений контакт з органами дихання та шкірою.

\*\*\* Робота з вказаними речовинами при їх виробництві, а також в онкологічних диспансерах та підрозділах дає право віднесення умов праці до даного класу.

Таблиця Б.2 – Класи умов праці при роботі з біологічним фактором

Фактор виробничого середовища (біологічний)	Клас умов праці					
	Допустимий 2	Шкідливий 3				Небезпечний (екстремальний) 4
		1-й ступінь 3.1	2-й ступінь 3.2	3-й ступінь 3.3	4-й ступінь 3.4	
Патогенні мікроорганізми: особливо небезпечні інфекції збудники інших інфекційних захворювань					*	*
Мікроорганізми-продуценти, препарати, що містять живі клітини та спори мікроорганізмів (перевищення ГДК, разів)	≤ ГДК	1,1–3,0	3,1–10,0	>10,0		
Білкові препарати (перевищення ГДК, раз)	≤ ГДК	–	1,1–2,0	2,1–10,0	>10,0	

\*Робота в спеціалізованих медичних, ветеринарних установах та підрозділах, спеціалізованих господарствах для хворих тварин дає право віднесення умов праці до вказаного класу.

Таблиця Б.3 – Класи умов праці залежно від рівня шуму, вібрації, інфразвуку та ультразвуку на робочих місцях

Фактор виробничого середовища	Клас умов праці					
	Допустимий 2	Шкідливий 3				Небезпечний (екстремальний) 4
		1-й ступінь 3.1	2-й ступінь 3.2	3-й ступінь 3.3	4-й ступінь 3.4	
Шум, дБА екв.	≤ ГДР	1,1–3*	3,1–6	6,1–9	>9,1	130*****
Вібрація загальна, локальна, рівень віброшвидкості, дБА екв.кор.	≤ ГДР	<3**	3,1–6	6,1–9	9,1–12	>12
Вібрація імпульсна, віброприскорення, разів	≤ ГДР	–	1,1–2	2,1–3	3,1–4	>4
Інфразвук, дБ	≤ ГДР	<3***	3,1–6	6,1–9	>9,1	
Ультразвук повітряний, дБ	≤ ГДР	<5****	5,1–10	10,1–15	>15,1	

\* Перевищення ГДР на дБА екв. (відлік для визначення ступенів 3-го класу від 80 дБА),

\*\* Перевищення рівнів віброшвидкості на дБА екв. кор.

\*\*\* Перевищення в одній з частот на дБ.

\*\*\*\* Перевищення в одній з частот на дБ.

\*\*\*\*\* Перевищення вказаних величин у будь-якій октавній смузі.

Таблиця Б.4 – Класи умов праці при дії електромагнітних випромінювань (перевищення ГДР, разів)

Фактор виробничого середовища	Клас умов праці					
	Допустимий 2	Шкідливий 3				Небезпечний (екстремальний) 4
		1-й ступінь 3.1	2-й ступінь 3.2	3-й ступінь 3.3	4-й ступінь 3.4	
Постійне магнітне поле	≤ ГДР	1,1–3,0	3,1–5,0	5,1–10,0	>10	
Електростатичне поле	≤ ГДР	1,1–3,0	3,1–5,0	5,1–10,0	>10	
Електричні поля промислової частоти (50 Гц)	≤ ГДР (для всього робочого дня)	1,1–3,0	3,1–5,0	5,1–10,0	>10	
Магнітні поля промислової частоти (50 Гц)	≤ ГДР (для всього робочого дня)	1,1–3,0	3,1–5,0	5,1–10,0	>10	
Електромагнітні випромінювання радіочастотного діапа-зону: 0,01–3 МГц	≤ ГДР	1,1–3,0	3,1–5,0	5,1–10,0	>10	
3–30 МГц	≤ ГДР	1,1–3,0	3,1–5,0	5,1–10,0	>10	
30–300 МГц	≤ ГДР	1,1–3,0	3,1–5,0	5,1–8,0	8,1-10,0	>10
300 МГц–300 ГГц	≤ ГДР	1,1–3,0	3,1–5,0	5,1–8,0	8,1–10,0	>10
Лазерне випромінювання*	< ГДР (для хронічного впливу)	ГДР <sub>1</sub> ГДР <sub>2</sub> (для однократної дії)	1,1-3,0 ГДР <sub>2</sub>	3,1-6,0 ГДР <sub>2</sub>	6,1-10,0 ГДР <sub>2</sub>	> 10 ГДР <sub>2</sub>

\* Для ГДР при тривалості впливу рівній або більшій за 0,2 години.

Таблиця Б.5.1 – Класи умов праці за показниками мікроклімату для виробничих приміщень та відкритих територій в теплу пору року

Фактор виробничого середовища	Клас умов праці						
	Оптимальний 1	Допустимий 2	Шкідливий 3				Небезпечний (екстремальний) 4
			1-й ступінь 3.1	2-й ступінь 3.2	3-й ступінь 3.3	4-й ступінь 3.4	
Температура повітря, °С	За СН	За СН	За показником WBGT-індексу, табл. Б.5.1.1.				
Швидкість руху повітря, м/с	->-	->-	->-				
Вологість повітря, %	->-	->-	->-				
Теплове випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>	->-	->-	141–1500	1501–2000	2001–2500	2501–3500	>3500

Таблиця Б.5.1.1 – Класи умов праці за показником WBGT-індексу\* для виробничих приміщень та відкритих територій в теплу пору року (°С)

Категорія робіт	Загальні енерговитрати, Вт	Клас умов праці					
		Оптимальний 1	Допустимий 2	Шкідливий 3			
				1-й ступінь 3.1	2-й ступінь 3.2	3-й ступінь 3.3	4-й ступінь 3.4
1а	до 139	21,0–23,4	23,5–25,4	25,5–26,6	26,7–27,4	27,5–28,6	28,7–31,0
1б	140–174	20,2–22,8	22,9–25,8	25,9–26,1	26,2–26,9	27,0–27,9	28,0–30,3
2а	175–232	19,2–21,9	22,0–25,1	25,2–25,5	25,6–26,3	26,3–27,3	27,4–29,9
2б	233–290	18,2–10,9	21,0–23,9	24,0–24,2	24,3–25,0	25,1–26,4	26,5–29,1
3	більше 290	17,0–18,9	19,0–21,8	21,9–22,2	22,3–23,4	23,5–25,7	25,8–27,9

\* WBGT (ТСН) – індекс теплового навантаження середовища

Таблиця Б.5.2 – Класи умов праці за показниками мікроклімату для виробничих приміщень у холодну пору року

Показник мікроклімату		Клас умов праці					
Температура повітря, °С (нижня межа)		Оптимальний 1	Допустимий 2	Шкідливий 3			
Категорія робіт	Загальні енерговитрати, Вт			1-й ступінь 3.1	2-й ступінь 3.2	3-й ступінь 3.3	4-й ступінь 3.4
1а	до 139	За СН*	За СН*	18,1–20,0	16,1–18,0	14,1–16,0	12,0–14,0
1б	140–74	->>-	->>-	17,1–19,0	15,1–17,0	13,1–15,0	11,0–13,0
2а	175–232	->>-	->>-	14,1–16,0	12,1–14,0	10,1–12,0	8,0–10,0
2б	233–290	->>-	->>-	13,1–15,0	11,1–13,0	9,1–11,0	7,0–9,0
3	>290	->>-	->>-	12,1–14,0	10,1–12,0	8,1–10,0	6,0–8,0
Вологість повітря, %		->>-	->>-	Вимоги відсутні			
Швидкість руху повітря, м/с		->>-	->>-	див. Примітку			

\* «Санитарные нормы микроклимата производственных помещений».

Примітка. При збільшенні швидкості руху повітря на 0,1 м/с від оптимальної за СН температура повітря має бути збільшена на 0,2 °С.

Таблиця Б.5.3 – Класи умов праці за показниками мікроклімату для відкритих територій в холодну пору року (зима) та в холодних приміщеннях

Показник	Клас умов праці				
	Допустимий 2	Шкідливий (нижня межа)** 3			
		1-й ступінь 3.1	2-й ступінь 3.2	3-й ступінь 3.3	4-й ступінь 3.4
Температура повітря, °С***					
Кліматичні зони:					
2	- 23,0	- 29,4	- 31,5	- 35,7	- 48
3	- 15,9	- 21,3	- 23,0	- 26,0	- 37

\* При застосуванні одягу з відповідною теплоізоляцією (J,°С, м<sup>2</sup>/Вт); 0,71 (1а); 0,82 (1б); 0,61 (2); 0,51 (3).

\*\* Наведені значення температури повітря стосовно різних класів допускають регламентацію часу перебування в несприятливому мікрокліматі (сумарний за робочий час та безперервний).

\*\*\* Вказано температуру відносно спокійного повітря: при вітрі вона має бути збільшена на 2,0 °С на кожний 1 м/с.

Таблиця Б.5.4 – Класи умов праці за показниками мікроклімату для виробничих приміщень та відкритих територій в теплу пору року

Показник мікроклімату		Клас умов праці					
Температура повітря, °С (нижня межа)		Оптимі- мальний 1	Допус- тимий 2	Шкідливий 3			
Кате- горія робіт	Загальні енерго- витрати, Вт			1-й ступінь 3.1	2-й ступінь 3.2	3-й ступінь 3.3	4-й ступінь 3.4
1а	до 139	За СН		28,1–31,0	31,1–34,0	34,1–37,0	37,1–40,0
1б	140–174			28,1–31,0	31,1–34,0	34,1–37,0	37,1–40,0
2а	175–232			27,1–30,0	30,1–33,0	33,1–36,0	36,1–39,0
2б	233–290			27,1–30,0	30,1–33,0	33,1–36,0	36,1–39,0
3	>290			26,1–29,0	29,1–32,0	32,1–35,0	35,1–38,0
Швидкість руху повітря, м/с		За СН	За СН	Нижче максимально допустимих значень			
Відносна вологість повітря, %				60–70	71–85	86–100	–
Теплове випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>				141–1500	1501–2000	2001–2500	2501–3500

Таблиця Б.6 – Класи умов праці залежно від параметрів світлового середовища

Фактор виробничого середовища	Клас умов праці				
	Допустимий 2	Шкідливий 3			
		1-й ступінь 3.1	2-й ступінь 3.2	3-й ступінь 3.3	4-й ступінь 3.4
Природне освітлення (КВО,%)	Норма <sup>1</sup>	Недостатньо	Відсутнє		
Освітленість робочої поверхні (Е,лк)	Норма <sup>1</sup>	$0,5E_n - E_n^2$	$<0,5 E_n$		
Сліпуча блискість джерел світла (показник осліпленості, Р, від. од.)	Норма <sup>1</sup>	$P < P_n^3$			
Відбита сліпуча блискість	Відсутність	Наявність			
Пульсація освітленості (коефіцієнт пульсації, К <sub>п</sub> , %)	Норма <sup>1</sup>	$K_n > K_{пн}^4$			
Ультрафіолетова радіація, E <sub>уф</sub> , Вт/м <sup>2</sup>	Норма <sup>5</sup>	$E_{уф} > E_{уфн}^6$			

<sup>1</sup> Строительные нормы и правила. Часть II. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение

<sup>2</sup> E<sub>n</sub> – нормоване значення освітленості.

<sup>3</sup> P<sub>n</sub> – нормований показник освітленості.

<sup>4</sup> K<sub>пн</sub> – нормоване значення коефіцієнта пульсації.

<sup>5</sup> Згідно з «Санитарными нормами ультрафиолетового излучения в производственных помещениях».

<sup>6</sup> E<sub>уфн</sub> – нормоване значення ультрафіолетової опроміненості.

Таблиця Б.7 – Класи умов праці за показниками важкості трудового процесу

Ч.ч.	Показники важкості трудового процесу	Клас умов праці				
		Оптимальний (легке фізичне навантаження) 1	Допустимий (середнє фізичне навантаження) 2	Шкідливий (важка праця) 3		
				1-й ступінь 3.1	2-й ступінь 3.2	3-й ступінь 3.3
1	2	3	4	5	6	7
1.	Фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кг·м					
1.1	При регіональному навантаженні (з переважаючою участю м'язів рук та плечового поясу) при переміщенні вантажу на відстань до 1 м:					
	для чоловіків	до 2500	до 5000	до 7000	до 9000	> 9000
	для жінок	до 1500	до 3000	до 4000	до 5500	> 5500

Продовження таблиці Б.7

1	2	3	4	5	6	7
1.2	При загальному навантаженні (за участю м'язів рук, корпусу, ніг): при переміщенні вантажу на відстань від 1 до 5 м:					
	для чоловіків	до 12500	до 46000	до 70000	до 90000	> 90000
	для жінок	до 14000	до 28000	до 40000	до 55000	> 55000
2.	Маса вантажу, що підіймається та переміщується, кг:					
2.1	Підіймання та переміщення (разове) вантажів при чергуванні з іншою роботою (до 2 разів на годину):					
	для чоловіків	до 15	до 30	> 30		
	для жінок	до 5	до 10	> 10		
2.2	Підіймання та переміщення (разове) вантажів постійно протягом робочої зміни:					
	для чоловіків	до 5	до 15	до 30	>30	
	для жінок	до 3	до 7	>7		
3	Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну)					
3.1	При локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	до 20000	до 40000	до 60000	>60000	
3.2	При регіональному навантаженні (при роботі з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба)	до 10000	до 20000	до 30000	>30000	
4	Величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу, докладанні зусиль, кг/с					
4.1	Однією рукою:					
	для чоловіків	до 18000	до 36000	до 70000	>70000	
	для жінок	до 11000	до 22000	до 42000	>42000	
4.2	Двома руками:					
	для чоловіків	до 36000	до 70000	до 140000	>140000	
	для жінок	до 22000	до 42000	до 84000	>84000	
4.3	За участю м'язів тулуба та ніг:					
	для чоловіків	до 43000	до 100000	до 200000	>200000	
	для жінок	до 26000	до 60000	до 120000	>120000	



Продовження таблиці Б.7

1	2	3	4	5	6	7
5	Робоча поза	вільна зручна поза, можливість зміни пози («сидячи – стоячи») за бажанням працівника; перебування в позі «стоячи» до 40% часу зміни	періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» - до 60% часу зміни	періодичне перебування в незручній та/або фіксованій позі від 25% до 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (навпочіпки, на колінах тощо) від 10 % до 25 % часу зміни; перебування в позі «стоячи» від 60% до 80% часу зміни	перебування в незручній та/або фіксованій позі більше 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (на колінах, навпочіпки тощо) більше 25% часу зміни; перебування в позі «стоячи» більше 80 % часу зміни	
6	Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за змін	до 50	51-100	101-300	>300	
7	Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом, протягом зміни), км					
7.1	По горизонталі	до 4	до 8	до 12	>12	
7.2	По вертикалі	до 2	до 4	до 8	> 8	

\* До п.4: тільки для чоловіків; для жінок потрібно приймати значення, на 40% нижчі від вказаних.

Таблиця Б.8 – Класи умов праці за показниками напруженості трудового процесу

Ч.ч.	Показники напруженості трудового процесу	Клас умов праці			
		Оптимальний (напруженість праці легкого ступеня) 1	Допустимий (напруженість праці середнього ступеня) 2	Шкідливий (напружена праця) 3	
				1-й ступінь 3.1	2-й ступінь 3.2
1	2	3	4	5	6
1*	Інтелектуальні навантаження				
1.1	Зміст роботи	Відсутня необхідність прийняття рішення	Рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією	Рішення складних завдань з вибором за відомим алгоритмом (робота за серією інструкцій)	Евристична (творча) діяльність, що вимагає вирішення складних завдань при відсутності алгоритму
1.2	Сприймання сигналів (інформації) та їх оцінювання	Сприймання сигналів, але немає потреби в корекції дії	Сприймання сигналів з наступною корекцією дій та операцій	Сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями. Заключне оцінювання фактичних значень параметрів.	Сприймання сигналів з наступною комплексною оцінкою взаємопов'язаних параметрів. Комплексна оцінка всієї виробничої діяльності
1.3	Розподіл функцій за ступенем складності завдання	Обробка та виконання завдання	Обробка, виконання завдання та його перевірка	Обробка, перевірка і контроль за виконанням завдання	Контроль та попередня робота з розподілу завдань іншим особам
1.4	Характер виконуваної роботи	Робота за індивідуальним планом	Робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності	Робота в умовах дефіциту часу	Робота в умовах дефіциту часу та інформації з підвищеною відповідальністю за кінцевий результат
2.	Сенсорні навантаження				
2.1	Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни)	до 50	51-75	>75	

Продовження таблиці Б.8

1	2	3	4	5	6
2.2	Щільність сигналів (світлових, звукових та інших) та повідомлень в середньому за 1 годину роботи	до 150	151-300	>300	
2.3	Навантаження на зоровий аналізатор				
2.3.1	Розмір об'єкта розрізнення (при відстані від очей працюючого до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни	Більше 5 мм 100% часу	5,0-1,1 мм більше 50% часу; 1,0-0,3 мм до 50 % часу; менше 0,3 мм до 25% часу	1,0-0,3 мм більше 50% часу; менше 0,3 мм 25-50% часу	Менше 0,3 мм більше 50% часу, у тому числі з використанням оптичних приладів
2.3.2	Спостереження за екранами відеотерміналів, годин на зміну	до 2	до 4	4,1-6	>6
2.4	Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів)	Розбірливість слів та сигналів від 100% до 90%	Розбірливість слів та сигналів від 90% до 70%	Розбірливість слів та сигналів від 50% до 70%	Розбірливість слів та сигналів менше 50%
2.5	Навантаження на голосовий апарат, сумарна кількість годин, з напруженням голосового апарату протягом тижня	до 16	16-20	20-25	>25
3	Емоційне навантаження				
3.1	Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки	Є відповідальним за виконання окремих елементів завдання. Вимагає додаткових зусиль в роботі з боку працівника	Є відповідальним за функціональну якість допоміжних робіт (завдань). Вимагає додаткових зусиль з боку керівництва (бригадира, майстра тощо)	Є відповідальним за функціональну якість основної роботи (завдання). Вимагає виправлень за рахунок додаткових зусиль всього колективу (групи, бригади тощо)	Є відповідальним за функціональну якість кінцевої продукції, роботи, завдання. Неправильні рішення можуть призвести до пошкодження обладнання, зупинки технологічного процесу, можливої
3.2	Ступінь ризику для власного життя та життя	Виключений			Вірогідний
3.3	Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб	Виключений		Є відповідальним за безпеку	

Продовження таблиці Б.8

1	2	3	4	5	6
4	Монотонність навантажень				
4.1	Кількість елементів (приймів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово	>10	10-6	5-2	
4.2	Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються, с	>100	100-25	24-2	
4.3	Монотонність виробничої обстановки, час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни	до 75	76-90	91-95	
5	Режим праці				
5.1	Тривалість робочого дня, год	6-7	8	>8	
5.2	Змінність роботи	Однозмінна робота (без нічної зміни)	Двозмінна робота (без нічної зміни)	Тризмінна робота (з роботою в нічну зміну)	Нерегулярна змінність з роботою в нічний час, робота виключно в нічну зміну**

\* Використовується виключно для оцінювання професій розумової праці.

\*\* Робота виключно в нічну зміну оцінюється з коефіцієнтом 1,0.

Таблиця Б.9 – Загальна оцінка напруженості трудового процесу (на основі обліку кількості показників напруженості)

Клас умов праці					Загальна оцінка напруженості трудового процесу – клас умов праці за напруженістю
Оптимальний (напруженість праці легкого ступеня) 2	Допустимий (напруженість праці середнього ступеня) 2	Шкідливий (напружена праця) 3			
		1-й ступінь 3.1	2-й ступінь 3.2	3-й ступінь 3.3	
$\leq 10$	$\geq 6$	–	–	–	2
1 та 2 кл. $\leq 10$		$\geq 6$	–	–	3.1
1 та 2 кл. = 10		5	1	–	3.1
1 та 2 кл. = 10		4	2	–	3.1
1 та 2 кл. = 10		3	3	–	3.1
1 та 2 кл. = 10		2	4	–	3.1
1 та 2 кл. = 10		1	5	–	3.1
1, 2, 3.1 кл. = 10		–	6	–	3.2
1, 2, 3.1 кл. < 9		–	$\geq 7$	–	3.3

Таблиця Б.10 – Класи умов праці при дії іонізуючих випромінювань (в частинах від ЛД\*)

Річна ефективна доза E	Клас умов праці						Небезпечний (екстремальний) 4
	Оптимальний 1	Допустимий 2	Шкідливий 3				
			1-й ступінь 3.1	2-й ступінь 3.2	3-й ступінь 3.3	4-й ступінь 3.4	
Ефективна доза в частинах від ЛЛ	$E < 0,05$	$0,05 < E \leq 0,1$	$0,1 < E \leq 0,5$	$0,5 < E \leq 0,7$	$0,7 < E \leq 1,0$	$1,0 < E \leq 2,5$	$E > 2,5$
Ефективна доза на рік, $\text{м}^3 \cdot \text{рік}^{-1}$	$E < 1,0$	$1,0 < E \leq 2,0$	$2,0 < E \leq 10$	$10,0 < E \leq 14$	$14,0 < E \leq 20$	$10 < E \leq 50$	$E > 50$

\* Відповідно до НРБУ-97 мінімальний ліміт ефективної дози ЛД ( $20 \text{ м}^3 \cdot \text{рік}^{-1}$ ) – основний радіаційно-гігієнічний норматив, метою якого є обмеження опромінювання осіб персоналу категорії А від індустриальних джерел іонізуючих випромінювань у практичній діяльності.

Таблиця Б.11 – Вихідні дані для оцінювання умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності

Номер варіанта	Категорія робіт	Температура	Відносна вологість	Швидкість руху повітря	Пил	Шум	Радіочастотний діапазон ЕМП	Діапазон промислової частоти ЕМП	Потужність роботи	Робоча поза	Тривалість зосередження уваги	Напруженість зору	Концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони: оксид вуглецю (ов), оксид азоту (оа), формальдегід (ф), озон (о)			
													ов	о	оа	ф
1	Ia	15	30	0,1	5,7	65	7,0	4,5	100	20	84	V	12	0,21	5,1	0,54
2	Iб	14	31	0,1	4,2	80	7,5	4,1	58	28	51	I	15	0,22	5,4	0,14
3	IIa	11	45	0,4	12,1	67	8,0	5,0	64	24	56	II	14	0,34	5,8	0,48
4	IIб	20	48	0,5	10,6	41	12	5,8	98	26	69	III	12	0,51	5,8	0,78
5	III	25	60	0,6	5,9	74	8,4	3,6	65	3	74	IV	32	0,41	6,4	0,87
6	Ia	23	68	0,4	4,7	85	9,4	9,1	74	73	85	V	24	0,25	6,8	0,69
7	Iб	28	55	0,5	6,0	64	6,5	5,6	15	48	85	I	18	0,26	6,8	0,47
8	IIa	31	72	0,3	7,0	50	7,1	7,7	18	45	84	II	19	0,27	6,9	0,57
9	IIб	11	75	0,3	7,1	61	6,9	5,6	29	47	81	II	21	0,29	7,1	0,56
10	III	15	74	0,2	8,2	62	4,8	5,8	24	49	82	III	54	0,34	5,8	0,47
11	Ia	18	79	0,25	8,22	68	5,6	8,1	28	57	83	II	21	0,41	7,6	0,78
12	Iб	19	50	0,22	7,1	74	6,0	8,4	68	48	18	V	25	0,51	8,9	0,89
13	IIa	20	60	0,27	6,9	72	6,2	4,9	67	67	94	V	26	0,57	9,7	0,57
14	IIб	24	40	0,31	5,4	76	6,4	5,0	98	58	95	IV	26	0,58	8,5	0,48
15	III	25	30	0,32	3,4	80	8,1	5,2	69	54	98	V	27	0,62	9,1	0,89
16	Ia	28	20	0,4	8,5	91	9,2	5,6	78	59	97	I	28	0,45	9,7	0,78
17	Iб	22	25	0,55	6,5	84	9,4	8,4	98	62	84	II	31	0,47	8,1	0,45
18	IIa	16	55	0,1	10,1	83	5,7	7,5	47	64	85	II	38	0,25	10,1	0,57
19	IIб	17	35	0,15	6,8	57	8,1	8,4	59	67	85	III	34	0,21	10,3	0,67
20	III	18	45	0,18	9,6	57	8,3	8,3	84	85	96	II	35	0,34	8,8	0,78
21	Ia	21	36	0,23	12,1	62	6,4	6,5	96	84	91	V	39	0,41	8,78	0,54
22	Iб	23	65	0,26	10,5	67	8,5	9,0	73	85	92	V	32	0,51	9,7	0,59
23	IIa	25	68	0,4	9,4	69	9,5	4,6	84	81	97	II	31	0,57	9,6	0,47
24	IIб	24	80	0,35	11,7	72	10,1	5,7	93	83	98	II	4	0,58	5,7	0,45
25	III	28	45	0,27	12,4	74	12,1	8,2	85	74	74	III	54	0,62	6,7	0,57
26	Ia	29	32	0,21	15,4	76	11,0	4,7	97	75	98	II	12	0,45	6,7	0,58
27	Iб	31	54	0,22	6,9	75	10,6	5,7	94	76	75	II	17	0,47	6,7	0,67
28	IIa	20	20	0,4	7,3	72	9,8	6,7	98	84	76	III	18	0,25	5,8	0,97
29	IIб	22	28	0,3	5,1	84	9,8	7,7	92	87	74	I	19	0,21	8,5	0,87
30	III	21	20	0,2	12,7	80	10,0	9,7	94	82	74	II	21	0,80	9,4	0,90

## Додаток В

### Практична робота № 3 «Розрахунок площі адміністративних і побутових приміщень»

Таблиця В.1 – Норми санітарно-побутових приміщень за групами виробничих процесів

Група виробничих процесів	Санітарна характеристика виробничих процесів	Розрахункова кількість осіб		Тип гардеробних, кількість відділень шафи на одну особу	Спеціальні побутові приміщення і пристрої
		на одну душову сітку	на один кран		
1	2	3	4	5	6
1	Процеси, які викликають забруднення 3-го і 4-го класів небезпеки:				
1а	тільки рук	25	7	Загальні, одне відділення	-
1б	тіла та спецодягу	15	10	Загальні, два відділення	-
1в	тіла та спецодягу, що видаляється з використанням спеціальних миючих засобів	5	20	Роздільні, по одному відділенню	Хімчистка або прання спецодягу
2	Процеси, що протікають при надлишках явного тепла або за несприятливих метеорологічних умов:				
2а	за надлишками явного конвекційного тепла	7	20	Загальні, два Відділення	Приміщення для охолодження
2б	за надлишками явного променевого тепла	3	20		
Група виробничих процесів	Санітарна характеристика виробничих процесів	Розрахункова кількість осіб		Тип гардеробних, кількість відділень шафи на одну особу	Спеціальні побутові приміщення і пристрої
		на одну душову сітку	на один кран		
2в	Пов'язані з впливом вологи та намоканням спецодягу	5	20	Роздільні, по одному відділенню	Сушіння спецодягу
2г	За температури повітря до 10 °С, охоплюючи роботи на відкритому повітрі	5	20	Роздільні, по одному відділенню	Приміщення для обігрівання та сушіння спецодягу

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6
3	Процеси, які викликають забруднення 1-го і 2-го класів небезпеки, а також речовинами зі стійким запахом:				
3а	тільки рук	7	10	Загальні, одне відділення	
3б	тіла та спецодягу	3	10	Роздільні, по одному відділенню	Хімчистка, штучна вентиляція місць зберігання спецодягу; дезодорація
4	Процеси, що вимагають особливих умов до дотримання чистоти або стерильності при виготовленні продукції	Відповідно до вимог відомчих нормативних документів			

**Примітка 1.** При поєднанні ознак різних груп виробничих процесів тип гардеробних, кількість душових сіток і кранів умивальних потрібно передбачати за групою з найбільш високими вимогами, а спеціальні побутові приміщення і пристрої – за сумарними вимогами.

**Примітка 2.** При процесах групи 1а душові і шафи, при процесах груп 1б і 3а лави біля шаф допускається не передбачати.

**Примітка 3.** При будь-яких процесах, пов'язаних із виділенням пилу і шкідливих речовин, у гардеробних мають бути передбачені респіраторні (на облікову чисельність), а також приміщення і пристрої для знепилювання або знешкодження спецодягу (на чисельність у зміні).

**Примітка 4.** У мобільних будинках із блок-контейнерів допускається зменшувати розрахункову кількість душових сіток до 60 %.

**Примітка 5.** При роботах з інфікуючими і радіоактивними матеріалами, а також із речовинами, небезпечними для людини у разі потрапляння через шкіру, санітарно-побутові приміщення потрібно проектувати відповідно до відомчих нормативних документів.

**Примітка 6.** Відповідно до відомчих нормативних документів допускається відкрите зберігання одягу, зокрема на вішалках.

**Примітка 7.** Шкідливі речовини потрібно приймати згідно з ГОСТ 12.0.003, класи небезпеки речовин – за ГОСТ 12.1.005

**Примітка 8.** Розрахункова кількість осіб з інвалідністю з порушенням роботи опорно-рухового апарата і сліпих на одну душову сітку – 3, на один кран – 7 незалежно від санітарної характеристики виробничих процесів.



Таблиця В.2 – Значення площ адміністративних і побутових приміщень, що використовуються для розрахунків

Ч.ч.	Вид приміщення	Площа
Санітарно-побутові приміщення		
1	Гардеробні	0,9 м <sup>2</sup> на одного працівника
2	Душові	2,0 м <sup>2</sup> на одну душову сітку
3	Умивальні	1,0 м <sup>2</sup> на один кран
4	Туалети	2,5 м <sup>2</sup> на один унітаз; 1,0 м <sup>2</sup> на один пісуар
5	Приміщення для куріння	0,03 м <sup>2</sup> на одного чоловіка та 0,01 м <sup>2</sup> на одну жінку, але не менше 9,0 м <sup>2</sup>
6	Для обігрівання	0,1 м <sup>2</sup> на одного працівника, але не менше 12 м
Приміщення охорони здоров'я		
7	Медичний пункт	12 м <sup>2</sup> (загальна площа) при списковій чисельності працівників 50–150, 18 м <sup>2</sup> – до 300
8	Фельдшерський пункт	100–120 м <sup>2</sup> (загальна площа)
9	Лікарський пункт	180–240 м <sup>2</sup> (загальна площа)
10	Приміщення для особистої гігієни жінок	3,0 м <sup>2</sup> на одну кабінку
11	Приміщення для відпочинку в робочий час та психологічного розвантаження	0,2 м <sup>2</sup> на одного працівника, але не менше 18 м <sup>2</sup>
Приміщення громадського харчування		
12	Їдальні та буфети	одне місце на чотирьох працівників
13	Кімната для прийняття їжі	1 м <sup>2</sup> на одного відвідувача, але не менше 12 м <sup>2</sup>
Приміщення культурного обслуговування		
14	Приміщення для зборів	24 м <sup>2</sup> при чисельності працівників найчисленнішої зміни 50–100; 36 м <sup>2</sup> – 101–200; 48 м <sup>2</sup> – 201–300
Адміністративні приміщення		
15	Приміщення управлінь	4 м <sup>2</sup> на одного працівника
16	Конструкторські бюро, робочі місця з відеотерміналами	6 м <sup>2</sup> на одного працівника
17	Приміщення профкому	12 м <sup>2</sup> при списковій чисельності працівників 100–300; 18 м <sup>2</sup> – 301–500; 36 м <sup>2</sup> – 501–1000; 54 м <sup>2</sup> – 1001–1500; 60 м <sup>2</sup> – понад 1501
18	Кабінет охорони праці	24 м <sup>2</sup> при списковій чисельності працівників 100–1000; 48 м <sup>2</sup> – 1001–3000

Таблиця В.3 – Вихідні дані для виконання завдання

Номер варіанта	Спискова кількість працівників				Кількість робочих місць, обладнаних комп'ютере- рами	Співвід- ношення чоловіків і жінок		Коефіцієнт складу найчис- леннішої зміни	Групи вироб- ничих процесів
	Всього N	Робіт- ників N <sub>p</sub>	ІТР N <sub>ін</sub>	служ- бовців N <sub>сл</sub>					
1	80	55	15	10	10	0,4 : 0,6		0,8	1б, 3б
2	120	75	30	15	35	0,3 : 0,7		0,85	1а, 2а
3	160	120	25	15	30	0,7 : 0,3		0,7	1б, 2б
4	250	205	30	15	30	0,45 : 0,55		0,55	2а, 3а
5	75	40	15	20	22	0,4 : 0,6		0,8	1а, 3а
6	60	35	10	15	18	0,8 : 0,2		0,85	2а, 2в
7	140	110	20	10	15	0,5 : 0,5		0,7	1а, 4
8	160	120	20	20	28	0,45 : 0,55		0,55	1б, 3а
9	80	60	12	8	15	0,65 : 0,35		0,5	2а, 2в
10	120	85	25	10	20	0,4 : 0,6		0,65	2а, 1б
11	160	130	12	18	15	0,7 : 0,3		0,7	1б, 3а
12	250	200	30	20	38	0,9 : 0,1		0,55	2а, 2в
13	75	55	10	10	15	0,6 : 0,4		0,5	2а, 1б
14	60	44	8	8	10	0,45 : 0,55		0,65	1б, 3б
15	140	110	20	10	25	0,4 : 0,6		0,8	1а, 2а
16	160	120	20	20	30	0,8 : 0,2		0,85	1б, 2б
17	80	40	25	15	35	0,5 : 0,5		0,7	2а, 3а
18	120	65	30	25	25	0,45 : 0,55		0,55	1а, 3а
19	230	170	30	30	35	0,65 : 0,35		0,8	2а, 2в
20	250	190	25	35	30	0,4 : 0,6		0,85	1а, 4
21	110	80	15	15	20	0,4 : 0,6		0,85	2а, 2в
22	130	100	18	12	15	0,8 : 0,2		0,7	1а, 4
23	180	150	12	18	22	0,5 : 0,5		0,55	1б, 3а
24	60	44	6	10	5	0,45 : 0,55		0,8	2а, 2в
25	140	105	20	15	20	0,65 : 0,35		0,85	2а, 1б
26	160	90	45	25	40	0,4 : 0,6		0,7	1б, 3б
27	200	150	35	15	30	0,4 : 0,6		0,55	1а, 2а
28	120	80	20	20	24	0,3 : 0,7		0,5	1б, 2б
29	230	180	25	25	30	0,7 : 0,3		0,65	2а, 3а
30	95	45	24	26	20	0,45 : 0,55		0,8	1а, 3а
31	220	160	30	30	45	0,6 : 0,4		0,65	2а, 3а
32	125	80	25	20	35	0,45 : 0,55		0,8	1а, 3а
33	170	140	20	10	15	0,4 : 0,6		0,85	2а, 2в
34	250	210	15	25	30	0,8 : 0,2		0,55	1а, 4
35	80	45	15	20	25	0,5 : 0,5		0,8	1б, 3а

## Додаток Г

### *Практична робота № 4 «Дослідження мікроклімату виробничих приміщень»*

Таблиця Г.1 – Варіанти індивідуальних (завдання 1)

№	Об'єм приміщення	Кількість осіб	Кратність обміну повітря	<i>g</i>
1	260	20	0,50	100
2	270	15	0,55	110
3	280	25	0,60	120
4	290	20	0,65	130
5	300	15	0,70	140
6	290	25	0,75	150
7	280	30	0,80	160
8	270	25	0,85	170
9	260	20	0,90	180
10	250	30	0,95	190
11	240	35	1,00	200
12	250	25	0,95	210
13	260	25	0,90	220
14	270	30	0,85	230
15	280	25	0,80	100
16	390	30	1,50	110
17	405	25	1,55	120
18	420	35	1,60	130
19	435	30	1,65	140
20	450	25	1,70	150
21	435	35	1,75	160
22	420	40	1,80	170
23	405	35	1,85	180
24	390	30	1,90	190
25	375	40	1,75	200
26	360	45	2,00	210
27	375	35	1,95	220
28	405	35	1,90	230
29	375	40	1,65	180
30	305	38	1,85	200

Таблиця Г.2 – Варіанти індивідуальних завдань (завдання 2)

№	Розмір приміщення, м			v <sub>об.</sub> , %	К-ть осіб	Категорія робіт	Шкідлива речовина	G, мг/с	Q, кВт
	А	В	Н						
1	12	30	6	10	28	2а	Діоксид кремнію	1,8	32
2	18	24	7,2	15	30	2б		2,5	37
3	24	18	8,4	20	20	2а		2	25
4	30	12	9,6	25	18	2б		1,2	22
5	12	12	9,6	10	5	3		0,6	12
6	18	18	8,4	15	10	2а	Оксид вуглецю	30	12
7	24	24	7,2	20	17	2б		50	24
8	30	30	6	25	36	3		60	50
9	30	12	6	25	18	2а		15	21
10	24	18	7,2	20	26	2б		20	33
11	18	24	8,4	15	30	2а	Аміак	35	36
12	12	30	9,6	10	29	2б		25	38
13	12	30	9,6	12	27	3		20	40
14	18	24	8,4	15	30	3		30	44
15	24	18	7,2	20	26	2б		32	32
16	30	12	6	25	18	1б	Ацетон	250	21
17	12	12	7,2	10	6	2а		110	7
18	18	18	9,6	15	13	2б		200	16
19	24	24	6	20	29	3		380	41
20	30	30	8,4	25	24	2а		500	65
21	30	12	8,4	25	25	2а	Оксид алюмінію	7,5	30
22	24	18	9,6	20	35	2б		10	44
23	18	24	6	15	34	3		6	49
24	12	30	7,2	10	24	2а		8	29
25	12	12	6	10	9	2б		2,5	11
26	18	12	7,2	15	11	2а	Оксид заліза	3,5	14
27	24	18	9,6	20	17	3		8	24
28	30	18	8,4	25	32	2а		10	39
29	18	18	8,4	15	16	2б		5	20
30	24	12	9,6	20	12	3		7	17

## Додаток Д

### *Практична робота № 5 «Розрахунок економічної та соціальної ефективності заходів з охорони праці»*

Таблиця Д.1 – Дані для розрахунку ефективності проведення заходів для покращення стану охорони праці на підприємстві

Назва показника	До впровадж. заходів поліпш. умов і безпеки праці	Після впровадж. заходів поліпш. умов і безпеки праці
Загальна кількість робочих місць(+ № варіанта×50)	200	200
Кількість робочих місць, що не відповідають вимогам (У відсотках від загальної кількості)	50	50 – № варіанта
Середньооблікова чисельність працівників (+ № варіанта×50)	300	300
Чисельність працівників, що працюють в умовах, які не відповідають санітарним нормам (У відсотках від середньооблікової чисельності)	50	50 – № варіанта
кількість машин і механізмів, що не відповідають нормативним вимогам (у відсотках від загальної кількості)	20	20 – № варіанта
Загальна кількість машин і механізмів + № варіанта×50	100	100
Загальна кількість приміщень+ № варіанта×5	150	150
Кількість приміщень, що не відповідають нормативним вимогам (у відсотках від загальної кількості)	30	2 + № варіанта
Кількість випадків травматизму відповідно +N варіанта для непарних варіантів; ×N варіанта для парних	10	3
Загальна кількість днів непрацездатності через травматизм +N варіанта для парних ; × N варіанта для непарних	21	5
Кількість випадків професійних захворювань через незадовільні умови праці +N варіанта для парних; ×N варіанта для непарних	5	1
кількість днів тимчасової непрацездатності через хвороби, відповідно, + N варіанта для непарних× N варіанта для парних	50	21
кількість випадків захворювання + N варіанта	10	7
чисельність працівників, що стали особами з інвалідністю + N варіанта	2	0
Кількість працівників, що звільнились за власним бажанням, через незадовільні умови праці (однаково у всіх варіантах)	3	2
Збитки, обумовлені тим, що робітники, які отримали травми, не брали участі у створенні матеріальних цінностей, ×N варіанта, тис. грн.	10	8

Продовження таблиці Д.1

Назва показника	До впровадж. заходів поліпш. умов і безпеки праці	Після впровадж. заходів поліпш. умов і безпеки праці
Вартість виробленої продукції за зміну на одного працівника промислово-виробничого персоналу, × <b>N варіанта, тис. грн</b>	100	85
Вартість річної товарної продукції підприємства, × <b>N варіанта, тис. грн.</b>	1407	1287
Середньоденна втрата прибутку від невиробленої продукції в розрахунку на один день × <b>N варіанта, тис. грн</b>	3	2
Середній розмір виплати по листкам непрацездатності за один день непрацездатності в тому числі від + <b>N варіанта, тис. грн</b> Травм	0,5	0,3
Середньорічна заробітна плата одного працівника з відрахуваннями, грн	7320	7320
Умовні витрати, тис.грн	30	31

*Примітка.* \* до і після реалізації заходів з охорони праці.

## Додаток Е

### Практична робота № 5

#### Визначення видів та кількості первинних засобів пожежогасіння

Таблиця Е.1 – Категорії приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою

Категорія приміщення	Характеристика речовин і матеріалів, що знаходяться (обертаються) у приміщенні
А вибухопоже- жонебезпечна	<p>Горючі гази, легкозаймісті рідини з температурою спалаху не більше 28 °С у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні газопароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, який перевищує 5 кПа.</p> <p>Речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа.</p>
Б вибухопоже- жонебезпечна	<p>Горючий пил, волокна, легкозаймісті рідини з температурою спалаху більше 28 °С, горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, що перевищує 5 кПа.</p>
В пожежо- небезпечна	<p>Горючі гази, легкозаймісті, горючі і важкогорючі рідини, а також речовини та матеріали, які здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним вибухати і горіти або тільки горіти; горючий пил і волокна, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали, за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (обертаються), не відносять до категорій А, Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легкозаймістих та горючих речовин на окремих ділянках площею не менше 10 м<sup>2</sup> кожна перевищує 180 МДж/м<sup>2</sup>.</p>
Г	<p>Негорючі речовини і матеріали у гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор та полум'я; горючі гази, рідини та тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо.</p>
Д	<p>Речовини і матеріали, що вказані вище, для категорій приміщень А, Б, В (крім горючих газів) у такій кількості, що їх питома пожежна навантага для твердих і рідких горючих речовин на окремих ділянках площею не менше 10 м<sup>2</sup> кожна не перевищує 180 МДж/м<sup>2</sup>, а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані, за умови, що приміщення, в яких знаходяться (обертаються) вищевказані речовини і матеріали, не відносять до категорій А, Б і В.</p>

Таблиця Е.2 – Оснащення приміщень вогнегасниками

Тип та позначення вогнегасника		Найменування об'єктів, які рекомендується оснащувати переносними вогнегасниками
Водяний	ВВ-5 ВВ-6	Громадські будинки та споруди, квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, кіоски
	ВВ-9 ВВ-12	Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні та побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та автомайстерні/
Водопінний	ВВП-6	Громадські будинки та споруди, квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, кіоски/
	ВВП-9 ВВП-12	Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні та побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та авто майстерні
Вугле-кислотний*	ВВК-1,4 ВВК-2	Громадські будинки та приміщення з наявністю ПЕОМ, приміщення обчислювальних центрів, споруди промислових підприємств/
	ВВК-3,5 ВВК-5	Громадські будинки, споруди та приміщення з наявністю ПЕОМ, приміщення обчислювальних центрів, споруди промислових підприємств.
Порошковий**	ВП-2 ВП-3 ВП-4	Квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, приміщення для зберігання автотранспорту, що розташовані у підвальних та цокольних поверхах житлових будинків, пересувні ремонтні майстерні та лабораторії.
	ВП-5 ВП-6 ВП-9 ВП-12	Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні та побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та авто майстерні.

\*1. При гасінні пожежі в приміщенні потрібно враховувати можливість зниження вмісту кисню в повітрі приміщення нижче гранично допустимого значення.

2. Також використовується назва газовий вогнегасник.

\*\*Порошкові вогнегасники потрібно застосовувати після евакуації людей з приміщення.



Таблиця Е.3 – Норми належності *порошкових* вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень промислових підприємств

№	Гранична площа захисту, м <sup>2</sup>	Клас пожежі	Мінімальна кількість порошкових вогнегасників									
			Переносний вогнегасник (з газом-витискувачем у балоні або закачаний) із зарядом вогнегасної речовини, кг					Пересувний вогнегасник (з газом-витискувачем у балоні або закачаний) із зарядом вогнегасної речовини, кг				
			5	6	8	9	12	20	50	100	150	
<b>1. Приміщення категорій А, Б а також В з наявністю горючих газів і рідин</b>												
1.1	до 25	А, В, С, (Е)	2	2	1	1	1	-	-	-	-	
1.2	25–50	А, В, С, (Е)	3	3	2	2	2	-	-	-	-	
1.3	50–150	А, В, С, (Е)	4	4	3	3	2	1	-	-	-	
1.4	150–250	А, В, С, (Е)	6	6	4	4	3	2	1	-	-	
1.5	250–500	А, В, С, (Е)	8	8	6	6	4	3	2	1	-	
1.6	500–100	А, В, С, (Е)	16	16	12	12	8	4	3	2	1	
1.7	більше 1000	А, В, С, (Е)	На перші 1000 м <sup>2</sup> площі числові значення кількості вогнегасників згідно з п. 1.6 таблиці, на кожні наступні: 50 м <sup>2</sup> – згідно з п. 1.2; 150 м <sup>2</sup> – згідно з п. 1.3; 250 м <sup>2</sup> – згідно з п. 1.4; 500 м <sup>2</sup> – згідно з п. 1.5; 1000 м <sup>2</sup> – згідно з п. 1.6.									
<b>2. Приміщення категорій В за відсутності горючих газів і рідин</b>												
2.1	до 50	А, (Е)	2	2	1	1	1	-	-	-	-	
2.2	50–100	А, (Е)	3	3	2	2	2	-	-	-	-	
2.3	100–300	А, (Е)	4	4	3	3	2	1	-	-	-	
2.4	300–500	А, (Е)	6	6	4	4	3	2	1	-	-	
2.5	500–100	А, (Е)	9	9	7	7	5	3	2	1	-	
2.6	більше 1000	А, (Е)	На перші 1000 м <sup>2</sup> площі числові значення кількості вогнегасників згідно з п. 2.5 таблиці, на кожні наступні: 50 м <sup>2</sup> – згідно з п. 2.1; 100 м <sup>2</sup> – згідно з п. 2.2; 300 м <sup>2</sup> – згідно з п. 2.3; 500 м <sup>2</sup> – згідно з п. 2.4; 1000 м <sup>2</sup> – згідно з п. 2.5.									
<b>3. Приміщення категорії Г</b>												
3.1	до 50	В, С	2	2	1	1	1	-	-	-	-	
3.2	50–100	В, С	3	3	2	2	2	-	-	-	-	
3.3	100–300	В, С	5	5	3	3	2	1	-	-	-	
3.4	300–500	В, С	7	7	4	4	3	2	1	-	-	
3.5	500–100	В, С	11	11	7	7	5	3	2	1	-	
3.6	більше 1000	В, С	На перші 1000 м <sup>2</sup> площі числові значення кількості вогнегасників згідно з п. 3.5 таблиці; на кожні наступні: 50 м <sup>2</sup> – згідно з п. 3.1; 100 м <sup>2</sup> – згідно з п. 3.2; 300 м <sup>2</sup> – згідно з п. 3.3; 500 м <sup>2</sup> – згідно з п. 3.4; 1000 м <sup>2</sup> – згідно з п. 3.5.									
<b>4. Приміщення категорій Г Д</b>												
4.1	до 50	А, (Е)	2	2	1	1	1	-	-	-	-	
4.2	50–150	А, (Е)	3	3	2	2	2	-	-	-	-	
4.3	150–500	А, (Е)	4	4	3	3	2	1	-	-	-	
4.4	500–1000	А, (Е)	6	6	4	4	3	2	1	-	-	
4.5	більше 1000	А, (Е)	На перші 1000 м <sup>2</sup> площі числові значення кількості вогнегасників згідно з п. 4.4 таблиці; на кожні наступні: 50 м <sup>2</sup> – згідно з п. 4.1; 150 м <sup>2</sup> – згідно з п. 4.2; 500 м <sup>2</sup> – згідно з п. 4.3; 1000 м <sup>2</sup> – згідно з п. 4.4.									

Таблиця Е.4 – Норми належності *водяних та водопінних* вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень підприємств

№	Гранична площа захисту, м <sup>2</sup>	Клас пожежі	Мінімальна кількість водяних або водопінних вогнегасників							
			Переносний вогнегасник (з газом-витискувачем у балоні або закачаний) із зарядом вогнегасної речовини, кг				Пересувний вогнегасник (з газом-витискувачем у балоні або закачаний) із зарядом вогнегасної речовини, кг			
			5	6	9	12	20	50	100	150
<b>1. Приміщення категорій А, Б, а також В з наявністю горючих газів і рідин</b>										
1.1	до 25	А	4	4	2	2	-	-	-	-
		В	3	3	2	1	-	-	-	-
1.2	25–50	А	8	8	4	3	1	-	-	-
		В	5	5	3	2	1	-	-	-
1.3	50–150	А	12	12	6	4	2	1	-	-
		В	8	8	5	3	2	1	-	-
1.4	150–250	А	-	-	8	6	3	2	1	-
		В	-	-	7	4	3	2	1	-
1.5	250–500	А	-	-	12	8	4	3	2	1
		В	-	-	10	6	4	3	2	1
1.6	500–1000	А	-	-	-	16	6	4	3	2
		В	-	-	-	12	6	4	3	2
1.7	більше 1000	А, В	На перші 1000 м <sup>2</sup> площі числові значення кількості вогнегасників згідно з п. 1.6 таблиці; на кожні наступні: 50 м <sup>2</sup> – згідно з п. 1.2; 150 м <sup>2</sup> – згідно з п. 1.3; 250 м <sup>2</sup> – згідно з п. 1.4; 500 м <sup>2</sup> – згідно з п. 1.5; 1000 м <sup>2</sup> – згідно з п. 1.6.							
<b>2. Приміщення категорій В за відсутності горючих рідин</b>										
2.1	до 50	А	4	4	2	2	-	-	-	-
2.2	50–100	А	8	8	4	3	1	-	-	-
2.3	100–300	А	12	12	6	4	2	1	-	-
2.4	300–500	А	-	-	8	6	3	2	1	-
2.5	500–1000	А	-	-	14	10	4	3	2	1
2.6	більше 1000	А	На перші 1000 м <sup>2</sup> площі числові значення кількості вогнегасників згідно з п. 2.5 таблиці; на кожні наступні: 50 м <sup>2</sup> – згідно з п. 2.1; 100 м <sup>2</sup> – згідно з п. 2.2, 300 м <sup>2</sup> – згідно з п. 2.3; 500 м <sup>2</sup> – згідно з п. 2.4, 1000 м <sup>2</sup> – згідно з п. 2.5.							
<b>3. Приміщення категорії Г</b>										
3.1	до 50	В	3	3	2	1	-	-	-	-
3.2	50–100	В	5	5	3	2	1	-	-	-
3.3	100–300	В	8	8	5	3	2	1	-	-
3.4	300–500	В	11	11	7	4	3	2	1	-
3.5	500–1000	В	-	-	12	7	4	3	2	1
3.6	більше 1000	В	На перші 1000 м <sup>2</sup> площі числові значення кількості вогнегасників згідно з п. 3.5 таблиці; на кожні наступні: 50 м <sup>2</sup> – згідно з п. 3.1; 100 м <sup>2</sup> – згідно з п. 3.2; 300 м <sup>2</sup> – згідно з п. 3.3; 500 м <sup>2</sup> – згідно з п. 3.4; 1000 м <sup>2</sup> – згідно з п. 3.5.							
<b>4. Приміщення категорій Г Д</b>										
4.1	до 50	А	4	4	2	2	-	-	-	-
4.2	50–150	А	8	8	4	3	1	-	-	-
4.3	150–500	А	12	12	6	4	2	1	-	-
4.4	500–1000	А	16	16	8	6	3	2	1	-
4.5	більше 1000	А	На перші 1000 м <sup>2</sup> площі числові значення кількості вогнегасників згідно з п. 4.4 таблиці; на кожні наступні: 50 м <sup>2</sup> – згідно з п. 4.1; 150 м <sup>2</sup> – згідно з п. 4.2; 500 м <sup>2</sup> – згідно з п. 4.3; 1000 м <sup>2</sup> – згідно з п. 4.4.							

Таблиця Е.5 – Норми належності *вуглекислот* них вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень підприємств

Ч.ч.	Гранична площа захисту, м <sup>2</sup>	Клас пожежі	Мінімальна кількість вуглекислотних вогнегасників						
			Переносний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг		Пересувний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг				
			3,5	5	7	14	18	28	56
<b>1. Приміщення категорій А, Б, а також В з наявністю горючих рідин</b>									
1.1	до 25	В, (Е)	4	4	1	-	-	-	-
1.2	25–50	В, (Е)	8	8	2	1	-	-	-
1.3	50–150	В, (Е)	13	13	3	2	1	-	-
1.4	150–250	В, (Е)	-	-	4	3	2	1	-
1.5	250–500	В, (Е)	-	-	-	4	3	2	1
1.6	500–1000	В, (Е)	-	-	-	-	4	3	2
1.7	більше 1000	В, (Е)	На перші 1000 м <sup>2</sup> площі числові значення кількості вогнегасників згідно з п. 1.6 таблиці; на кожні наступні: 50 м <sup>2</sup> – згідно з п. 1.2; 150 м <sup>2</sup> – згідно з п. 1.3; 250 м <sup>2</sup> – згідно з п. 1.4, 500 м <sup>2</sup> – згідно з п. 1.5; 1000 м <sup>2</sup> – згідно з п. 1.6.						
<b>2. Приміщення категорії Г</b>									
2.1	до 50	В, (Е)	4	4	1	-	-	-	-
2.2	50–100	В, (Е)	8	8	2	1	-	-	-
2.3	100–300	В, (Е)	13	13	3	2	1	-	-
2.4	300–500	В, (Е)	-	-	4	3	2	1	-
2.5	500–1000	В, (Е)	-	-	-	4	3	2	1
2.6	більше 1000	В, (Е)	На перші 1000 м <sup>2</sup> площі числові значення кількості вогнегасників згідно з п. 2.5 таблиці; на кожні наступні: 50 м <sup>2</sup> – згідно з п. 2.1; 100 м <sup>2</sup> – згідно з п. 2.2; 300 м <sup>2</sup> – згідно з п. 2.3, 500 м <sup>2</sup> – згідно з п. 2.4; 1000 м <sup>2</sup> – згідно з п. 2.5.						

Таблиця Е.6 – Варіанти для виконання завдання до практичної роботи  
«Визначення видів та кількості первинних засобів пожежегасіння»

Ч.ч	Категорія приміщення	Клас пожежі	Розміри приміщення	Додаткове оснащення приміщення					Розмір осередку пожежі	
				Електрообладнання	Оргтехніка	Архів, бібліотека	Верстати/технологічна лінія	Непродовольчі товари		
1	А	А	20*50	-	-	-	-	+	Значний	
2		В	50*70	+	-	-	+	-		
3	Б	С	15 *20	+	-	-	-	-	Незначний	
4		В	35* 50	-	-	-	-	+		
5	В	(Е)	35* 15	+	-	-	-	-	Значний	
6		А	10* 25	-	+	+	-	-		
7	Г	В	50 * 10	+	-	-	-	-	Незначний	
8		С	20 * 35	-	+	-	-	-		
9	Д	В	70* 20	-	+	-	-	+		
10		(Е)	20* 80	+	-	-	+	-		
11	Громадські будівлі та споруди	(Е)	20 *30	+	+	-	-	-		
12		А	35*40	-	+	+	-	-		
13		(Е)	35*60	+	-	+	-	-		
14	А	С	25* 15	+	-	-	-	-		Значний
15		А	35 * 12	-	-	-	-	-		
16	Б	(Е)	32* 28	+	-	-	+	-		
17		А	16* 15	-	+	-	-	-		
18	В	В	12 * 17	+	-	-	-	-	Незначний	
19		(Е)	22* 27	-	+	-	-	+		
20	Г	С	22 * 30	-	-	+	-	-		
21		В	14 * 28	+	-	-	-	-		
22	Д	А	75 * 20	-	+	-	-	-		
23		Б	80 * 25	+	-	-	+	-		
24	Громадські будівлі та споруди	(Е)	20* 70	+	+	-	+	-		
25		А	19 * 50	-	-	+	-	-		
26		(Е)	30 * 20	+	+	+	-	-		
27	В	А	20 * 70	-	-	-	-	-		Значний
28		С	30 * 40	+	-	-	-	-		
29	Г	В	15 * 15	+	-	-	-	-	Незначний	
30		С	25 * 25	-	+	-	-	-		

Таблиця Е.7 – Придатність вогнегасників до гасіння пожеж різних класів та діапазони температур їх експлуатації

Тип вогнегасника	Придатність до гасіння пожеж класів				Діапазон температур експлуатації, °С
	А	В	С	(Е)	
Порошковий	+	+	+	+	-20...+50 (-30...+50) (-40...+50) (-50...+50)
Водопінний	+	+	-	-*	+5...+50 (0...+50) (-10...+50) (-20...+50)
Водяний	+	+**	-	-*	0...+50
Водопінний аерозольний	+	+	-	+	0...+50
Вуглекислотний	-	+	-	+	-20...+50

**Примітки:** Знак «+» означає придатність вогнегасника для гасіння пожежі цього класу; знак «-» означає непридатність для гасіння пожежі цього класу.

\* – застосування небезпечно для життя людини.

\*\* – для водяних вогнегасників із домішками, що забезпечують гасіння пожеж класу В

Таблиця Е.8 – Коефіцієнти ефективності вогнегасників за їх вогнегасною здатністю для гасіння модельних вогнищ пожежі класів А та В

Тип та позначення вогнегасника		Коефіцієнт ефективності вогнегасника за його вогнегасною здатністю щодо гасіння модельного вогнища пожежі	
		Клас А	Клас В
Водяний	ВВ-2, ВВ-3	2	2*
	ВВ-5, ВВ-6	2	5*
	ВВ-9	4	8*
	ВВ-12	6	13*
Водопінний	ВВП-6	2	5
	ВВП-9	4	8
	ВВП-12	6	13
	ВВП-50	8	17
	ВВП-100	12	22
	ВВП-150	20	35
Вуглекислотний	ВВК-1,4, ВВК-2	0	2
	ВВК-1,5, ВВК-5	0	3
	ВВК-7	0	5
	ВВК-14, ВВК-18	0	6
	ВВК-28	0	6
	ВВК-56	0	13
Порошковий	ВП-2	2	2
	ВП-3	4	3
	ВП-4	4	5
	ВП-5, ВП-6	6	8
	ВП-8, ВП-9	8	13
	ВП-12, ВП-20	12	17
	ВП-50	20	22
	ВП-100	30	35
	ВП-150	40	58

Таблиця Е.9 – Перелік об'єктів, які рекомендується оснащувати переносними вогнегасниками

Тип та позначення		Найменування об'єктів, які рекомендується оснащувати переносними вогнегасниками
Водяний	ВВ-5, ВВ-6	Громадські будинки та споруди, квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, кіоски.
	ВВ-9, ВВ-12	Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні та побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та автомайстерні.
Водопінний	ВВП-6	Громадські будинки та споруди, квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, кіоски.
	ВВП-9, ВВП-12	Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні та побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та автомайстерні.
Водопінний аерозольний	ВВПА-400	Громадські будинки та споруди, квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, адміністративні та побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, лабораторні приміщення, гаражі та автомайстерні, кіоски та торговельні лотки.
Вуглекислотний	ВВК-1,4, ВВК-2	Громадські будинки та приміщення з наявністю ПЕОМ, приміщення обчислювальних центрів, споруди промислових підприємств.
	ВВК-3,5, ВВК-5	Громадські будинки та приміщення з наявністю ПЕОМ, приміщення обчислювальних центрів, споруди промислових підприємств.
Порошковий	ВП-2, ВП-3, ВП-4	Квартири житлових будинків, приміщення гуртожитків, будинки індивідуальної забудови, приміщення для зберігання автотранспорту, що розташовані у підвальних та цокольних поверхах житлових будинків, пересувні ремонтні майстерні та лабораторії.
	ВП-5, ВП-6, ВП-9, ВП-12	Виробничі, сільськогосподарські, складські та лабораторні будинки і приміщення, адміністративні та побутові будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, громадські будинки та споруди, гаражі та автомайстерні.

Таблиця Е.10 – Перелік об'єктів, які рекомендується оснащувати пересувними вогнегасниками

Тип та позначення вогнегасника		Найменування об'єктів, які рекомендується оснащувати пересувними вогнегасниками
Водопінний	ВВП-50, ВВП-100, ВВП-150	Виробничі, сільськогосподарські, складські будинки і приміщення та споруди промислових підприємств, склади нафти та нафтопродуктів, автозаправні станції.
Вуглекислотний	ВВК-14, ВВК-18, ВВК-28, ВВК-56	Споруди промислових підприємств та енергетичних об'єктів, склади нафти та нафтопродуктів, автозаправні станції.
Порошковий	ВП-20, ВП-50, ВП-100, ВП-150	Виробничі, сільськогосподарські, складські будинки і приміщення, споруди промислових підприємств, гаражі та автомайстерні, склади нафти та нафтопродуктів, автозаправні станції.

\* Застереження щодо застосування вуглекислотних вогнегасників: при гасінні пожежі в приміщенні потрібно враховувати можливість зниження вмісту кисню в повітрі нижче гранично допустимого значення.

\*\* Порошкові вогнегасники потрібно застосовувати після евакуації людей з приміщення.

## Додаток Ж

### Практична робота № 7 «Оцінювання можливих наслідків аварії на об'єкті з сильнодіючими отруйними речовинами»

Таблиця Ж.1 – Варіанти вихідних даних для завдань оцінювання хімічної обстановки

Ч.ч	Відстань до хімічно-небезпечного об'єкта, R, км	Швидкість вітру, Vв, м/с	Стійкість повітряної маси	Вид СДОР	Маса розлитої СДОР, G, тонн	Площа розливу, S, м <sup>2</sup>
1	14	1	інверсія	хлор	5	50
2	5	1	ізотермія	фосген	10	150
3	2	3	інверсія	аміак	25	400
4	9	1	інверсія	сірчистий ангідрид	50	-
5	5	4	ізотермія	хлор	25	130
6	12	1	інверсія	фосген	10	180
7	3	1	інверсія	аміак	5	75
8	16	1	інверсія	сірчистий ангідрид	10	-
9	5	2	ізотермія	хлор	25	-
10	6	1	ізотермія	хлор	10	-
11	8	1	інверсія	аміак	50	100
12	2,5	1	ізотермія	аміак	100	-
13	7	4	ізотермія	хлор	50	170
14	2,5	1	ізотермія	аміак	100	-
15	5	4	ізотермія	хлор	25	100
16	6	2	інверсія	аміак	75	700
17	8	3	ізотермія	хлор	50	-
18	3	3	ізотермія	хлор	10	-
19	5	1	інверсія	фосген	5	-
20	20	2	інверсія	хлор	10	170
21	4	1	інверсія	аміак	10	100
22	4	1	ізотермія	хлор	5	70
23	2	1	ізотермія	аміак	100	-
24	18	3	інверсія	хлор	10	170
25	2	1	конвекція	фосген	50	-
26	4,5	2	інверсія	сірчистий ангідрид	50	120
27	14	4	інверсія	фосген	10	-
28	4	1	інверсія	сірчистий ангідрид	10	90
29	8	2	інверсія	фосген	5	60
30	5	2	інверсія	аміак	50	100



## Додаток И

### *Практична робота № 8 «Оцінювання можливих наслідків аварії на вибухонебезпечному об'єкті»*

Таблиця И.1 – Ступінь руйнування об'єкта залежно від надлишкового тиску ударної хвилі вибуху  $\Delta P$ , кПа

Ч.ч.	Елементи об'єкта	Ступінь руйнувань			
		слабкі	середні	сильні	повні
<b>1 Виробничі, адміністративні будівлі та споруди</b>					
1	Бетонні та залізобетонні будинки та споруди, антисейсмічні конструкції	25...35	80...120	150...200	200
2	Споруди з легким металевим каркасом і безкаркасні конструкції	10...20	20...30	30...50	50...70
3	Промислові будівлі з металевим каркасом	10...20	20...30	30...40	40...50
4	Споруди зі збірного залізобетону	10...20	20...30	-	30...60
5	Складські цегляні будівлі	10...20	20...30	30...40	40...50
7	Адміністративні багатоповерхові будівлі з металевим або залізобетонним каркасом	20...30	30...40	40...50	50...60
8	Цегляні малоповерхові будівлі (один–два поверхи)	8...15	15...25	25...35	35...45
9	Цегляні малоповерхові будівлі (три поверхи)	8...12	12...20	20...30	30...40
<b>2 Деякі види обладнання</b>					
1	Верстати важкі	25...40	40...60	60...70	-
2	Верстати середні	15...25	25...35	35...45	-
3	Верстати легкі	6...15	-	15...25	-
4	Підйомні крани та кранове обладнання	20...30	50...70	-	80...90
5	Електродвигуни	30...50	50...70	-	80...90
6	Трансформатори	20...30	30...50	50...60	60
7	Контрольно-вимірювальні прилади	5...10	10...20	20...30	30
<b>3 Комунально-енергетичне обладнання</b>					
1	Газгольдери та наземні резервуари хімічних речовин	15...20	20...30	30...40	40
2	Наземні металеві резервуари та ємності	30...40	40...70	70...90	90
3	Кабельні наземні мережі	10...30	30...50	50...60	60
4	Трубопроводи наземні	20	50	130	-
5	Трубопроводи на естакадах	20...30	30...40	40...50	-

Таблиця И.2 – Варіанти вихідних даних для виконання завдання

Ч.ч	Відстань до місця вибуху, L,м	Маса вибух. речовини (пропану), Q, т	Будівля цеху (1..2-поверхова)	Вогнетривкість несучих стін, год	Верстати	Трубопроводи	Ін. обладнання	Категорія пожежної небезпеки	Щільність забудови об'єкта, Щ, %
1	1100	1000	цегляна	2.5	важкі	наземні	наземні кабельні ел. мережі	Д	20
2	1000	800		2				Б	30
3	1000	600		2.5	середні			В	20
4	900	400	збірний	2	легкі	на естакадах		Г	30
5	700	200	залізо-бетон	2.5				Д	10
6	800	1000	стіни з металевим каркасом	0.5	середні	наземні	газгольдери	Б	20
7	700	800		2				В	40
8	600	600	каркас	0.5	легкі			Г	30
9	500	400		2				Д	20
10	450	200	безкаркасна	3	важкі	на естакадах		Б	10
11	800	1000		0.5				В	30
12	700	800	цегляна	3	середні	наземні	наземні металеві емності	Г	20
13	1200	600		2				Д	10
14	1300	400	збірний	0.5	легкі			Б	40
15	1500	500		2.5				В	20
16	1000	700	збірний	3	важкі	на естакадах	наземні кабельні ел. мережі	Г	10
17	600	200		2				Д	40
18	500	100	залізо-бетон	2.5	середні	наземні		Б	20
19	1400	800		2				30	
20	1600	1000	легкий каркас	2.5	легкі			В	20
21	1100	800		2				Г	30
22	1000	600	Безкаркасна	2.5	середні	на естакадах	газгольдери	Д	10
23	1000	400		0.5				Б	20
24	900	200	каркас	2	легкі			В	40
25	700	300		0.5				Г	30
26	800	500	цегляна	2	важкі	наземні	наземні металеві емності	Д	20
27	700	600		3				Б	10
28	600	400		0.5				В	30
29	500	200	збірний	3	середні	на естакадах		Г	20
30	450	100		залізо-бетон				2	Д
31	800	300	легкий металевий каркас	0.5	легкі		наземні кабельні ел. мережі	Б	40
32	700	200		3				В	10
33	900	400	каркас	1	середні	наземні		Г	40
34	1300	100		2				Д	30
35	800	400	3	Б	30				

Таблиця И.3 – Характеристика руйнувань будівель і обладнання

Ступінь руйнувань	Виробничі та адміністративні будівлі	Промислове обладнання (верстати, двигуни, прилади та ін.)
слабкі	Руйнування заповнень дверних та віконних прорізів, зривання покрівлі даху.	Пошкодження окремих елементів обладнання, важелів керування, вимірювальних приладів.
середні	Руйнування даху, легких внутрішніх перегородок, у капітальних стінах з'являються тріщини.	Пошкодження та деформація основних деталей, електропроводки, приладів автоматики, тріщини в трубопроводах.
сильні	Значна деформація несучих конструкцій, руйнування більшої частини перекриттів і стін.	Зміщення фундаменту і деформація основних деталей, розриви в кабельних мережах і трубопроводах.

Таблиця И.4 – Ступені вогнестійкості будівель

Ступінь	Елементи будівель		
	Несучі стіни	Перекриття	Перегородки (несучі)
I	неспалимі, 3 год.	неспалимі, 1,5 год.	неспалимі, 1 год.
II	неспалимі, 2,5 год.	неспалимі, 1 год.	неспалимі, 0,25 год.
III	неспалимі, 2 год.	важкозаймисті, 0,75 год.	важкозаймисті, 0,25 год.
IV	важкозаймисті, 0,5 год.	важкозаймисті, 0,25 год.	Важко займисті, 0,25 год.
V	спалимі	Спалимі	спалимі

**Примітка**

Цифрами позначено межу вогнетривкості, що визначається часом від початку впливу вогню на конструкцію до моменту виникнення у ній наскрізних тріщин або досягнення температури +200 °С на її протилежному боці.

Додаток К

Лабораторна робота № 1 «Дослідження та оцінювання метеорологічних умов на робочих місцях»

Таблиця К.1 – Протокол експериментів

Номер стану повітря	Показ приладу						Виміряні приладами параметри мікроклімату				
	Психрометр Августа		Психрометр Ассмана		Анемометр		Час досліді, $\tau$ , с	Число поділок за секунду $\frac{\Delta A}{\tau}$ , под./с	Температура повітря, $t$ , °С	Відносна вологість повітря, $\varphi$ , %	Швидкість руху повітря, м/с
	$t_c$ , °С	$t_b$ , °С	$t_c$ , °С	$t_b$ , °С	$\varphi$ , %	Число поділок на шкалі, под.					
							до заміру $A_1$	після заміру $A_2$	приріст $\Delta A = A_2 - A_1$		
1											
2											
3											
4											
5											

Таблиця К.2 – Виміряні та нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень

Номер стану повітря	Період року	Категорія робіт	Температура				Відносна вологість, %				Швидкість руху, м/с				
			виміря на	оптимальна	допустима		виміряна	оптимальна	допустима		виміряна	оптимальна	допустима		
	холодний														
	теплій														

Таблиця К.3 – Обчислення вологості повітря в % для аспіраційного психрометра

Температура сухого термометра $t_s$ , °C	Температура зволоженого термометра, $t_b$ , °C																	
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
12	68	78	89	100														
13	59	69	79	89	100													
14	51	60	70	79	90	100												
15	44	53	62	71	80	90	100											
16	37	46	54	63	71	81	90	100										
17	32	39	47	55	64	72	81	90	100									
18	27	35	42	49	57	65	73	82	90	100								
19	22	29	36	43	50	58	66	74	82	91	100							
20	18	24	30	37	44	52	59	66	74	83	91	100						
21	13	19	26	32	39	46	53	60	67	75	83	91	100					
22		16	22	28	34	40	47	54	61	68	76	84	92	100				
23		13	18	24	30	36	42	48	55	62	69	76	84	92	100			
24			15	21	26	31	37	43	49	56	63	70	77	85	92			
25				17	22	27	33	38	44	50	57	63	70	77	85			
26				14	19	24	29	34	40	46	52	58	64	71	78			
27					16	21	26	31	36	41	47	53	59	65	72			
28										30	35	39	44	50	55			

Таблиця К.4 – Обчислення відносної вологості повітря в % для психрометра Августа

Різниця температур сухого та зволоженого термометрів $\Delta t = t_c - t_B, ^\circ\text{C}$	Температура зволоженого термометра, $t_b, ^\circ\text{C}$														
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0,5	93	94	94	94	94	94	94	95	95	95	95	95	95	95	96
1,0	88	88	88	89	89	89	89	90	90	90	91	91	91	91	91
1,5	82	82	83	83	83	83	84	84	84	85	85	86	86	87	87
2	76	76	77	78	78	79	80	80	81	81	82	82	83	83	83
2,5	71	72	73	74	74	74	75	75	76	76	77	78	79	79	80
3	65	66	67	68	69	70	71	72	73	73	74	75	75	76	76
3,5	60	61	63	64	65	66	67	67	68	69	70	71	71	72	72
4	55	57	58	60	61	62	63	64	65	66	67	68	68	69	69
4,5	51	53	54	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	65	66
5	47	49	51	52	53	54	55	57	58	59	60	61	62	63	63
5	47	49	51	52	53	54	55	57	58	59	60	61	62	63	63
5,5	44	46	48	49	50	51	52	53	54	56	57	58	59	60	61
6	39	41	43	45	47	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
6,5	36	38	40	43	44	45	46	48	49	50	51	53	54	55	56
7	34	35	36	39	41	42	43	44	46	47	48	49	51	52	53
7,5	31	32	33	36	38	39	41	42	44	45	46	47	49	50	51
8	27	29	31	33	35	36	38	40	41	42	43	44	46	47	48

Додаток Л

Лабораторна робота № 2 «Дослідження ефективності освітлення у виробничих приміщеннях»

Таблиця Л.1 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств за ДБН В.2.5-28:2018

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрив зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Освітленість, лк			Природне освітлення		Суміщене освітлення																																																																																																							
						при системі комбінованого освітлення	при системі загального освітлення	при системі комбінованого освітлення	КПО, $D_{н\%}$	середнє $D_{н\text{сер}}$	мінімальне $D_{н\text{min}}$	середнє $D_{н\text{сер}}$	мінімальне $D_{н\text{min}}$																																																																																																					
														всього	зокрема, від загального	Р	Кп, %																																																																																																	
						7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																				
															а	малий	темний	5 000	500	-	20	10	20	10																																																																																										
																									б	малий середній	середній темний	4 000	400	1 200	20	10	20	10																																																																																
																																			в	малий середній великий	світлий середній темний	3 500	400	1 000	10	10	10	10																																																																						
																																													г	середній великий великий	світлий середній темний	2 500	300	750	20	10	-	2,0																																																												
																																																							а	малий	середній великий	2 000	200	600	10	10	20	10																																																		
																																																																	б	середній	світлий середній	1 500	200	400	20	10	20	10																																								
																																																																											в	малий середній великий	світлий середній темний	1 250	200	300	10	10	20	10																														
																																																																																					г	середній великий великий	світлий середній темний	4 000	400	-	20	10	20	10																				
																																																																																															а	малий	середній великий	3 500	400	-	10	10	20	10										
																																																																																																									б	середній	світлий середній	3 000	300	750	20	10	20	10
г	середній великий великий	світлий середній темний	2 000	200	500	20	10	20	10																																																																																																									
										а	малий	середній великий	1 500	200	400	10	10	20	10																																																																																															
																				б	середній	світлий середній	1 000	200	300	20	10	20	10																																																																																					
																														в	середній великий великий	світлий середній темний	750	200	200	10	10	20	10																																																																											
																																								г	середній великий великий	світлий середній темний	-	-	-	-	-	-	-																																																																	

Продовження таблиці Л.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	a	малий	темний	2 000	200	500	40	15				1,2
			б	середній	середній	1 500	200	400	20	15				
			в	великий	темний	1 000	200	300	40	15				
			г	великий	середній	750	200	200	20	15				
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	a	малий	темний	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
			б	середній	середній	500	200	200	40	20				
			в	великий	темний	400	200	200	40	20				
			г	великий	середній	–	–	200	40	20				
Малої точності	Від 1,0 до 5 включно	V	a	малий	темний	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	середній	середній	–	–	200	40	20				
			в	великий	темний	–	–	200	40	20				
			г	великий	середній	–	–	200	40	20				
Груба (дуже малої точності)	Більше ніж 5	VI		Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном	–	–	200	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6	



Продовження таблиці Л.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Робота з матеріалами, які світяться, і виробами в гарячих цехах	Більше ніж 0,5	VII		Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном	-	-	-	200	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6
Загальне спостереження за ходом виробничого процесу.- постійне			a	Te same	-	-	-	200	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6
- періодичне під час (за) постійного перебування людей у приміщенні		VII	б	Te same	-	-	-	100	-	-	1,0	0,3	0,7	0,2
- періодичне при періодичному перебуванні людей у приміщенні			в	Te same	-	-	-	50	-	-	0,7	0,2	0,5	0,2
- загальне спостереження за інженерними комунікаціями			г	Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном	-	-	-	20	-	-	-	0,3	0,1	0,2

**Примітка 1.** Для підрозряду норм від Ia до Шв може прийматися один із наборів нормованих показників, наведених для даного підрозряду в гр. 7–11.

**Примітка 2.** Освітленість потрібно приймати з урахуванням норм штучного освітлення, які потрібно приймати з урахуванням додатків ДБН В.2.5-28:2018.

**Примітка 3.** Найменший розмір об'єкта розрізнення та відповідні йому розряди зорової роботи встановлені при розташуванні об'єктів розрізнення на відстані не більше ніж 0,5 м від очей працівника. При збільшенні цієї відстані розряд зорової роботи потрібно встановлювати згідно з додатком А. Для продовгуватих об'єктів розрізнення еквівалентний розмір приймається відповідно до додатку Б ДБН В.2.5-28:2018.

**Примітка 4.** Освітленість при роботах з об'єктами, які світяться, розміром 0,5 мм і менше вибирати згідно з розміром об'єкта розрізнення і відносити їх до підрозряду «в».

**Примітка 5.** Показник засліпності регламентується в гр. 10 тільки для загального освітлення (при будь-якій системі освітлення).

**Примітка 6.** Коефіцієнт пульсації  $K_p$  наведений у гр. 11 для системи загального освітлення або для світильників місцевого освітлення при системі комбінованого освітлення.  $K_p$  від загального освітлення в системі комбінованого не може перевищувати 20%.

**Примітка 7.** Передбачати систему загального освітлення для розрядів I-III, IVa, IVб, IVв, Va допускається тільки при технічній неможливості або економічній недоцільності застосування системи комбінованого освітлення, що конкретизується в галузевих нормах освітлення, узгоджених з органами державного санітарного нагляду.

**Примітка 8.** В приміщеннях, спеціально призначених для роботи або виробничого навчання підлітків, нормоване значення КПО збільшується на один розряд за гр. 3 і має бути не менше 1,0%.

Таблиця Л.2 – Вимоги до освітлення приміщень житлових, цивільних та адміністративно-побутових споруд за ДБН В.2.5-28:2018

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Відносна тривалість зорової роботи в напрямку зору на робочу поверхню, %	Штучне освітлення				Природне освітлення		
					освітленість на робочій поверхні від системи загального освітлення, лк	циліндрична освітленість, лк	показник дисконфорт у, М	коефіцієнт пульсації освітленості Кп, %	Середнє $D_{сер}$ н пр	КПО, $D_{п}$ , %	Мінімальне $D_{min}$ н пр
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	
Розрізнення об'єктів при фіксованій та нефіксованій лінії зору: - дуже високої точності	Від 0,15 до 0,30	А	1 2	Не менше ніж 70 Менше ніж 70	500 400	150 <sup>1)</sup> 100 <sup>1)</sup>	40 15 <sup>2)</sup> 40 15 <sup>2)</sup>	10 10	4,0 3,5	1,5 1,2	
- високої точності	Від 0,30 до 0,50	Б	1 2	Не менше ніж 70 Менше ніж 70	300 200	100 <sup>1)</sup> 75 <sup>1)</sup>	40 15 <sup>2)</sup> 60 25 <sup>2)</sup>	15 20 15 <sup>3)</sup>	3,0 2,5	1,0 0,7	
- середньої точності	Більше ніж 0,50	В	1 2	Не менше ніж 70 Менше ніж 70	150 100	50 <sup>1)</sup> Не нормується	60 25 <sup>2)</sup> 60 25 <sup>2)</sup>	20 15 <sup>3)</sup> 20 15 <sup>3)</sup>	2,0 2,0	0,5 0,5	
Огляд навколишнього простору при дуже короткочасному епізодичному розрізненні об'єктів: - при високій насиченості приміщення світлом - при нормальній насиченості приміщення світлом - при низькій насиченості приміщення світлом	Незалежно від розміру об'єкта розрізнення  - - -	 Г Д Е	- - -	Незалежно від тривалості зорової роботи	300 200 150	100 75 50	60 90 90	Не нормується  -	3,0 2,5 2,0	1,0 0,7 0,5	

Продовження таблиці Л.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Загальне орієнтування в просторі інтер'єру: - при великому скупченні людей	Незалежно від розміру об'єкта розрізнення	Ж	1	Незалежно від тривалості зорової роботи	75	Не нормується	Не нормується	Не нормується	Не нормується	Не нормується
- при малому скупченні людей			2		50					
Загальне орієнтування в зонах пересування: - при великому скупченні людей	Те саме			Те саме		Те саме	Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
- при малому скупченні людей			2		20					

1) Додатково регламентується у випадках спеціальних архітектурно-художніх вимог.

2) Нормоване значення показника дискомфорту у приміщеннях при спрямуванні лінії зору переважно вгору під кутом 45° і більше ніж до горизонту і в приміщеннях з підвищеними вимогами до якості освітлення (спальні кімнати в дитячих садках, яслах, санаторіях, дисплейні класи в школах, середніх спеціальних навчальних закладах тощо).

3) Нормоване значення коефіцієнта  $K_p$  пульсації для дитячих, лікувальних приміщень із підвищеними вимогами до якості освітлення.

**Примітка 1.** Освітленість потрібно приймати з урахуванням норм штучного освітлення, які потрібно приймати з урахуванням додатків ДБН В.2.5-28:2018.

**Примітка 2.** Найменші розміри об'єкта розрізнення та відповідні їм розряди зорових робіт установлюються при розташуванні об'єктів розрізнення на відстані не більше ніж 0,5 м від працюючого при середньому контрасті об'єкта розрізнення з фоном та світловим фоном. При зменшенні (збільшенні) контрасту допускається збільшення (зменшення) освітленості на один ступінь за шкалою освітленості.

Додаток М

Лабораторна робота № 5 «Дослідження виробничого шуму»

Таблиця М.1 – Допустимі рівні звукового тиску у октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях за ДСН 3.3.6.037-99

Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц										Рівні шуму та еквів. рівні шуму, дБА, дБАекв.
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	<b>Підприємства, установи, організації</b>										11
1. Творча діяльність, керівна робота з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання і проектування, програмування, викладання та навчання, лікарська діяльність; робочі місця в приміщеннях дирекції, проектно-конструкторських та розрахункових бюро, у відділах програмістів обчислювальних машин, в лабораторіях для теоретичних робіт та обробки даних, для приймання хворих в оздоровчих пунктах.	86	71	61	54	49	45	42	40	38		50
2. Висококваліфіковані роботи, які вимагають зосередженості, адміністративно-керівна діяльність, роботи з вимірювачами, аналітичні роботи в лабораторії, робочі місця в приміщеннях цехового керівного апарату, в робочих кімнатах конторських приміщень, лабораторіях.	93	79	70	63	58	55	52	50	49		60
3. Робота, яка виконується з часто отримуваними вказівками та акустичними сигналами; робота, яка потребує постійного слухового контролю, операторська робота за точним графіком з інструкцією, диспетчерська робота; робочі місця в приміщеннях диспетчерської служби, кабінетах і приміщеннях спостереження та дистанційного керування з мовним зв'язком по телефону, друкарських бюро, на ділянках точного збирання, на телефонних і телеграфних станціях, у приміщеннях майстрів, у залах обробки інформації на обчислювальних машинах.	96	83	74	68	63	60	57	55	54		65

Продовження таблиці М.1

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
4. Робота, яка вимагає зосередженості, робота з підвищеними вимогами до процесів спостереження та дистанційного керування виробничими циклами: робочі місця за пультами у кабінах спостереження і дистанційного керування без мовного зв'язку по телефону, в приміщеннях лабораторій з шумним обладнанням, в приміщеннях для розміщення шумних агрегатів обчислювальних машин.		103	91	83	77	73	70	68	66	64		75
5. Виконання усіх видів робіт (за винятком перерахованих у п.п. 1–4 та аналогічних їм) на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях та на території підприємства.		107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	
<b>Рухомий склад залізничного транспорту</b>												
6. Робочі місця у кабінах машиністів тепловозів, електровозів, поїздів метрополітену, дизель-поїздів.		107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	
7. Робочі місця у кабінах машиністів швидкісних і приміських електропоїздів		99	91	83	77	73	70	68	66	64	75	
8. Приміщення для персоналу вагонів поїздів дальнього слідування, службових відділень рефрежираторських станцій, вагонів-електростанцій, приміщень для відпочинку у багажних та поштових відділеннях.		93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	
9. Службові приміщення багажних та поштових вагонів, вагонів-ресторанів.		96	87	79	72	68	65	63	61	59	70	
<b>Міські, річні, рибпромислові та інші судна</b>												
10. Робоча зона у приміщеннях енергетичного відділення.		107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	
11. Робочі місця, які знаходяться за межами енергетичних відділень на відкритих палубах.		96	87	79	72	68	65	63	61	59	70	
12. Робочі зони у центральних постах керування суден (звукоізольовані), приміщень, що виділені з енергетичних відділень у яких встановлені контрольні прилади, засоби індикації, органи керування головною енергетичною установкою і допоміжними механізмами.		96	83	74	68	63	60	57	55	54	65	
13. Робочі зони у службових приміщеннях суден												
I–II категорії		89	75	66	59	54	50	47	45	44	55	
суден III–IV категорії		93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	
на крилах ходового містка		93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	
14. Робочі зони промислово-технологічних приміщень та промисловій палубі суден рибної промисловості.		107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	
15. Робочі місця у лабораторіях у рибних цехах на судах рибної промисловості		90	83	74	68	63	60	57	55	54	65	

Продовження таблиці М.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Трактори, сільськогосподарські, меліоративні, шляхово-будівельні, землерийні, транспортні та інші аналогічні види машин, автотранспорт</b>										
16. Робочі місця водіїв та обслуговувального персоналу тракторів, сільськогосподарських, меліоративних, шляхово-будівельних, землерийних, транспортних та інших аналогічних машин, водіїв вантажних машин.	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
17. Робочі місця водіїв автобусів.	99	91	83	77	73	70	68	66	64	75
18. Робочі місця водіїв легкових автомобілів.	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
<b>Пасажирські і транспортні літаки та вертольоти</b>										
19. Робочі місця екіпажу та бортпроводників.	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

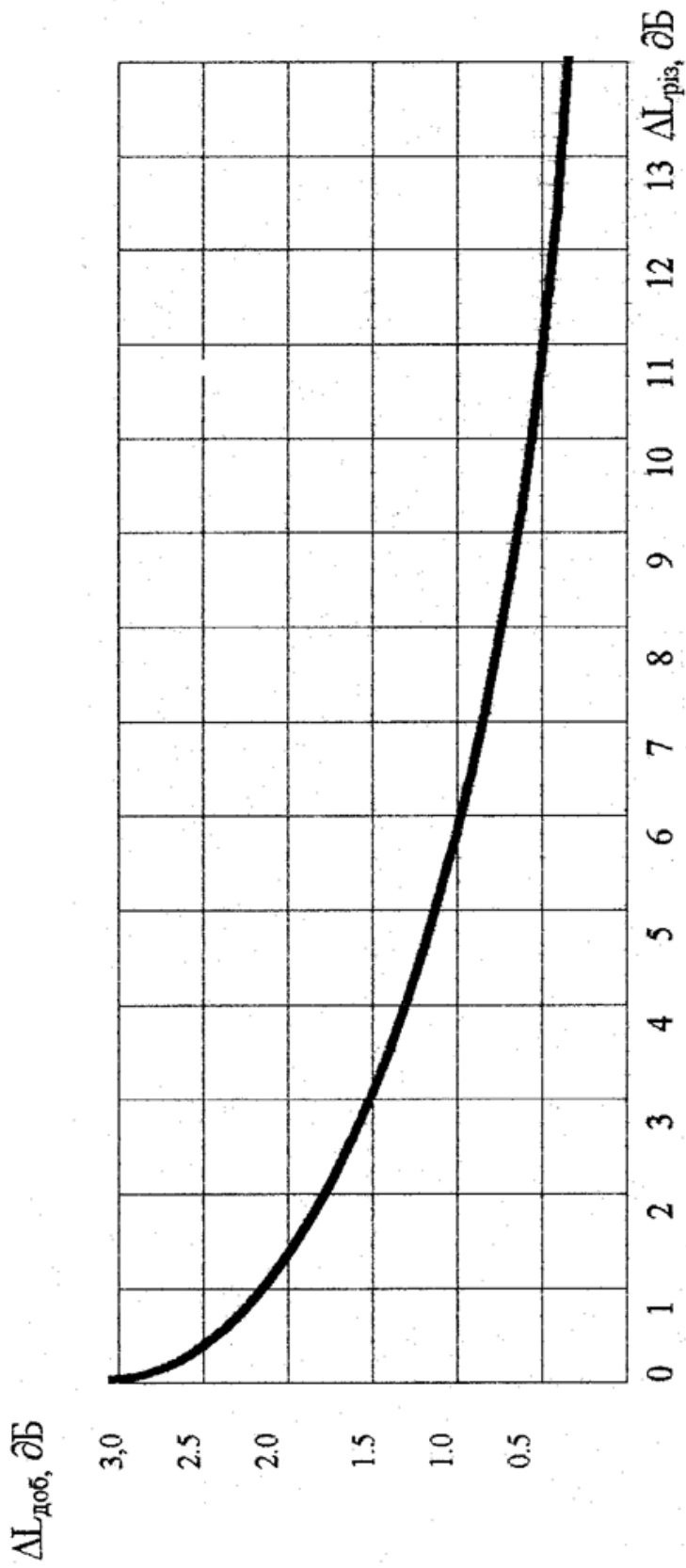


Рисунок М.1 – Добавка  $\Delta L_{\text{доб}}$ , до більшого рівня звукового тиску, залежно від різниці рівнів звукового тиску,  $\Delta L_{\text{різ}}$ , двох джерел шуму

Таблиця М.2 – Вихідні дані для виконання завдання

Варіант	Вид трудової діяльності	Відстань від джерела шуму до максимально віддаленого робочого місця, $N_m$	Рівень шуму від джерел на відстані 1 м	
			$L_1$	$L_2$
1	1	5	60	65
2	2	6	75	69
3	3	7	65	71
4	4	8	62	74
5	5	5	74	76
6	1	5	80	68
7	2	6	65	68
8	3	7	70	68
9	4	8	72	81
10	5	6	74	66
11	1	6	78	69
12	2	8	61	79
13	3	8	65	55
14	4	8	69	80
15	5	5	71	65
16	1	5	74	70
17	2	5	76	72
18	3	4	68	74
19	4	4	69	62
20	5	5	80	74
21	1	4	84	80
22	2	6	81	74
23	3	8	75	80
24	4	7	66	65
25	5	8	69	74
26	1	7	79	80
27	2	6	78	65
28	3	5	77	70
29	4	4	76	65
30	5	4	74	80



*Навчальне видання*

**Дембіцька Софія Віталіївна  
Кобилянська Ірина Миколаївна  
Кобилянський Олександр Володимирович  
Пугач Сергій Сергійович**

**ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.  
ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ  
ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»**

Лабораторний практикум

Рукопис оформив *О. Кобилянський*

Редактор *В. Дружиніна*

Оригінал-макет підготовлено *Т. Крикливою*

Підписано до друку 29.04.2021.  
Формат 29,7×42 ¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 11,52.  
Наклад 50 (1-й запуск 1-21) пр. Зам. № 2021-058.

Видавець та виготовлювач  
Вінницький національний технічний університет,  
інформаційний редакційно-видавничий центр.  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Хмельницьке шосе, 95,  
м. Вінниця, 21021.  
Тел. (0432) 65-18-06.  
**press.vntu.edu.ua**;  
*E-mail: kivc.vntu@gmail.com*  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.