

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО
ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

Затверджено на засіданні кафедри
харчових технологій
протокол № 5 від 13.01.2022 р.

ЧЕРНІГІВ 2022

Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Методичні вказівки до практичних занять / Укл.: Денисова Н.М., Костенко І.А., Буяльська Н.П. – Чернігів: : НУ «Чернігівська політехніка», 2022. – 107 с.

В методичних вказівках наведені практичні роботи з дисципліни “Безпека життєдіяльності та основи охорони праці”. Вони містять: короткі теоретичні відомості, приклади розв’язання задач, завдання для самостійної роботи та необхідний довідковий матеріал для успішного виконання кожного практичного заняття.

Укладачі: ДЕНИСОВА НАТАЛЯ МИКОЛАЇВНА, кандидат технічних наук, доцент
КОСТЕНКО ІГОР АНДРІЙОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент
БУЯЛЬСЬКА НАТАЛЯ ПАВЛІВНА, кандидат технічних наук, доцент

Відповідальний за випуск: ХРЕБТАНЬ ОЛЕНА БОРИСІВНА, завідувач кафедри харчових технологій, кандидат технічних наук

Рецензент: ЦИБУЛЯ СЕРГІЙ ДМИТРОВИЧ, доктор технічних наук, професор

ЗМІСТ

	Стр.
Перелік умовних позначень та скорочень	4
Вступ	5
Практична робота №1. Оцінка ризику небезпек середовища існування людини	7
Практична робота №2. Дослідження психофізіологічних властивостей людини	19
Практична робота №3. Знаки безпеки на виробництві, сигнальні кольори та перша домедична допомога	31
Практична робота №4. Дослідження параметрів повітря робочої зони	54
Практична робота №5. Дослідження рівнів шуму та вібрації на робочих місцях	69
Практична робота №6. Дослідження ефективності природної та штучної освітленості робочих поверхонь	79
Практична робота №7. Дослідження стану небезпеки ураження людини електричним струмом	94
Список рекомендованої літератури	105

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

БЖД – безпека життєдіяльності

ГДК – граничнодопустима концентрація шкідливої речовини

ГДР – граничнодопустимий рівень дії шкідливого та (або) небезпечного виробничого фактору

НС – надзвичайна ситуація

ОГ – об'єкт господарювання

ОПН – об'єкт підвищеної небезпеки

ООП – основи охорони праці

ПНО – потенційно – небезпечний об'єкт

СУОП – система управління охороною праці

ВСТУП

Сучасний кризовий стан економіки України обумовлює з одного боку необхідність переорієнтації всіх сфер соціально-економічного життя, з іншого – обов'язковість конституційного права кожного громадянина на належні безпечні і здорові умови праці та пріоритет життя і здоров'я працівника по відношенню до результатів виробничої діяльності підприємства.

Для пом'якшення негативного впливу шкідливих та небезпечних виробничих факторів та реалізації державної політики у сфері охорони праці потрібно запровадити ефективне управління охороною праці на підприємствах різних форм власності. Складна соціально-політична ситуація в нашій державі виводить на перший план також питання захисту населення від надзвичайних ситуацій природного, техногенного та воєнного характеру. Тому комплексне питання захисту працюючих є актуальним питанням сьогодення. Підготовка фахівців, що вміють ефективно вирішувати ці питання, є метою даного курсу.

Мета викладання дисципліни «Безпека життєдіяльності та основи охорони праці» полягає у набутті студентом компетенції, знань, умінь і навичок для здійснення професійної діяльності за спеціальністю з урахуванням ризику виникнення техногенних аварій й природних небезпек, які можуть спричинити надзвичайні ситуації та привести до несприятливих наслідків на об'єктах господарювання, а також формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку.

Завданням дисципліни є опанування знаннями, вміннями та навичками вирішувати професійні завдання з обов'язковим урахуванням галузевих вимог щодо забезпечення безпеки персоналу та захисту населення в небезпечних та надзвичайних ситуаціях і формування мотивації щодо посилення особистої відповідальності за забезпечення гарантованого рівня безпеки функціонування об'єктів галузі, матеріальних та культурних цінностей в межах науково-обґрунтованих критеріїв прийняттого ризику.

У процесі опанування навчальною дисципліною студенти повинні **вміти:**

- ефективно використовувати положення нормативно-правових документів в своїй практичній діяльності та володіти основними методами збереження здоров'я і працездатності виробничого персоналу;
- науково обґрунтувати відповідні заходи захисту працюючих від негативного впливу умов праці та втілювати їх у виробничу діяльність керованого об'єкту з метою отримання позитивного впливу умов праці на організм людини, її працездатність, якість та продуктивність праці;
- приймати такі інженерно-технічні рішення за яких організація праці, обладнання та машини, яких організація праці, обладнання та машини, що задіяні у виробничому процесі, або будуть вводитися в експлуатацію не ставали джерелом потенційних небезпек з небажаними наслідками;
- раціонально використовувати основні виробничі фонди та суттєво підвищувати економічні результати виробничої діяльності, що нерозривно пов'язані з соціальними проблемами.

Знати :

- культуру безпеки і ризик-орієнтоване мислення, при якому питання безпеки, захисту й збереження навколишнього середовища розглядаються як найважливіші пріоритети в житті й діяльності;
- сучасні проблеми і головні завдання безпеки життєдіяльності та вміння визначити коло своїх обов'язків з питань виконання завдань професійної діяльності з урахуванням ризику виникнення небезпек, які можуть спричинити надзвичайні ситуації та привести до несприятливих наслідків на об'єктах господарювання;
- процедуру оцінки середовища перебування щодо особистої безпеки, безпеки колективу, суспільства, на основі моніторингу небезпечних ситуацій обґрунтувати головні підходи та засоби збереження життя, здоров'я та захисту працівників в умовах загрози і виникнення небезпечних та надзвичайних ситуацій;
- рішення щодо безпеки об'єкту в межах своїх повноважень.

ОЦІНКА РИЗИКУ НЕБЕЗПЕК СЕРЕДОВИЩА ІСНУВАННЯ ЛЮДИНИ

Мета роботи: перевірити рівень знань із теоретичних основ безпеки життєдіяльності (основні поняття, означення, терміни БЖД; джерела небезпек та їх класифікація; методи визначення ризику), сформованість умінь і навичок з огляду на їх реалізацію в повсякденному житті; навчитися розраховувати показники ризику.

Короткі теоретичні відомості

Безпека життєдіяльності (БЖД) – галузь знань та науково-практичної діяльності, спрямована на вивчення загальних закономірностей виникнення небезпек, їх властивостей, наслідків впливу на організм людини, основ захисту її здоров'я та життя, середовища проживання від небезпек, розроблення та реалізація відповідних засобів і заходів щодо створення і підтримання здорових та безпечних умов життя і діяльності людини як у повсякденних умовах побуту та виробництва, так і в умовах надзвичайних ситуацій.

Предмет БЖД – система «людина – життєве середовище» (моделі безпеки).

Система «людина – життєве середовище» є складною системою в тому розумінні, що в неї, як правило, входить велика кількість змінних і між якими існує велика кількість зв'язків. Відомо, що чим більше змінних та зв'язків між ними має система, тим важче ці зв'язки піддаються математичній обробці і виведенню універсальних законів. Складність вивчення систем «людина – життєве середовище» зумовлюється також і тим, що ці системи є багаторівневими, містять у собі позитивні, негативні та гомеостатичні зворотні зв'язки і мають багато емерджентних властивостей.

Об'єкт БЖД – безпека особи.

Безпека – стан захищеності особи, суспільства, держави від зовнішніх та внутрішніх загроз, який ґрунтується на діяльності людей, суспільства, держави, світового співтовариства щодо виявлення, запобігання, послаблення, усунення і

відбиття небезпек та загроз, здатних їх знищити, позбавити фундаментальних матеріальних та духовних цінностей, нанести неприйнятні збитки, закрити шлях до виживання та розвитку.

Небезпека – подія, умова або ситуація, яка існує в навколишньому середовищі і здатна призвести до фізичної, психічної, моральної шкоди та поранень різного ступеня (навіть до смертельних).

Систематизація небезпек:

- за сферою (джерелом) походження: природні, техногенні, соціальні;
- за часом прояву: імпульсивні, кумулятивні;
- за локалізацією: атмосферні, гідросферні, літосферні, біосферні, космічні;
- за наслідками: травми, захворювання, аварії, пожежі, летальні наслідки;
- за збитками: соціальні, технічні, екологічні;
- за сферою прояву: побутові, виробничі, спортивні, транспортні тощо;
- за структурою: прості, складні, похідні;
- за характером впливу на людину: активні та пасивні.

Розрізняють джерела та фактори небезпек. Джерела небезпек – природні процеси та явища, техногенне середовище й людські дії, що несуть у собі загрозу безпеки. Небезпеку можуть створювати явища (ожеледиця), процеси (поділ ядер урану), об'єкти (хімічний завод), властивості (наркотик).

Розрізняють чотири *групи джерел небезпеки*: природні, техногенні, соціально-політичні, комбіновані.

Природні небезпеки – об'єкти природи, явища, стихійні лиха.

Техногенні небезпеки – техніка, займисті речовини, електроенергія, випромінювання, генна інженерія, створення бактерій, штучно виведені породи тварин (бультер'єр).

Соціально-політичні небезпеки – конфлікти, тероризм, війни.

Комбіновані – природно-техногенні (смог, кислотні дощі), природно-соціальні (туберкульоз), соціально-техногенні (вплив засобів масової інформації на свідомість людей).

Життєве середовище людини складається з трьох компонентів – природного, соціального або соціально-політичного, та техногенного середовищ:

– природне середовище (грунт, повітря, водоймища, рослини, тварини, Сонце, Місяць, планети тощо);

– соціальне, соціально-політичне середовище (форми спільної діяльності людей, єдність способу життя);

– техногенне середовище (житло, транспорт, знаряддя праці, промислові та енергетичні об'єкти, зброя, домашні і свійські тварини, сільськогосподарські рослини тощо).

Фактори небезпеки поділяються на вражаючі, шкідливі, небезпечні.

Вражаючий фактор – чинник небезпек, що призводить до значних та незворотних змін у здоров'ї людини (включно летальні наслідки), аварій тощо.

Шкідливий фактор – чинник небезпек, що може призвести до змін у здоров'ї людини, зниження працездатності, захворювання і навіть до смерті як результату захворювання.

Небезпечний фактор – чинник небезпек, що може призвести до травм або різкого погіршення здоров'я (включно летальні наслідки).

Вражаючі фактори належать як до людини, так і до систем життєзабезпечення, шкідливі та небезпечні – безпосередньо до людини. Шкідливі фактори призводять до погіршення самопочуття, небезпечні – до травм, опіків, обморожень тощо. Шкідливі та небезпечні фактори за характером та природою впливу поділяються на чотири групи (табл. 1.1).

Існують різні підходи до систематизації небезпек.

Номенклатура – перелік назв, термінів, систематизованих за певними ознаками. Приклад: перелік в алфавітному порядку окремих об'єктів (виробництв, процесів, професій тощо).

Таксономія – класифікація та систематизація явищ, процесів, об'єктів, які здатні завдати шкоди. Приклад таксономії: класифікація небезпек за локалізацією, за часом прояву (імпульсивні, кумулятивні), за джерелом

походження, за сферою прояву, за структурою, за наслідками, за характером впливу на людину (активні, пасивні).

Таблиця 1.1– Характеристика факторів небезпек

Основні групи факторів небезпек	Основні характеристики
Фізичні	- підвищена або знижена відносна вологість; - підвищена швидкість руху повітря; - атмосферний тиск; - недостатня освітленість; - конструкції, що руйнуються; - статична електрика тощо.
Хімічні	- хімічні елементи в трьох агрегатних станах; - хімічні елементи, які проникають до організму людини через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкіру та слизові оболонки; - характер дії: мутагенні, канцерогенні, збуджувальні, наркотичні, токсичні тощо.
Біологічні	- макроорганізми: рослини та тварини; - мікроорганізми: віруси, бактерії, грибові організми.
Психофізіологічні і духовні	- фізичні перевантаження: статичні, динамічні; - нервово-психологічні перевантаження, розумова перевтома; - стреси; - монотонність праці, нічні зміни.

Квантифікація – введення кількісних характеристик для оцінювання ступеня небезпеки. Найпоширенішою характеристикою є ступінь ризику.

Ідентифікація – визначення типу небезпеки та встановлення її характеристик.

Необхідно також розрізняти *потенційні та реальні* небезпеки. Зокрема, потенційно небезпечними в сучасному помешканні є газова плита, електроприлади (телевізор, холодильник та ін.), медикаменти в аптечці, пожежонебезпечні рідини, що використовуються в побуті тощо. Однак наявність потенційної небезпеки не завжди супроводжується її негативним впливом на людину. Потрібна причина (умова), при якій потенційна небезпека переходить в реальну, своєрідний “пусковий механізм”. Тому тріада “небезпека – причина – небажаний результат” – це логічний процес розвитку, що

реалізовує потенційну небезпеку в реальну загрозу чи наслідки. Прикладом таких тріад можуть бути:

- витікання газу з газової плити – іскра – вибух;
- електричний струм – коротке замикання – ураження;
- медикаменти – прийняття надмірної дози – отруєння і т. д.

Потенційна небезпека є універсальною властивістю процесу взаємодії людини з середовищем проживання на всіх стадіях життєвого циклу. Аксиома про потенційну небезпеку – це фундаментальний постулат БЖД. Вона визначає, що **всі дії людини та всі компоненти середовища проживання, насамперед технічні засоби та технології, крім інших позитивних властивостей та результатів, мають властивість генерувати небезпечні та шкідливі фактори**. При цьому будь-яка позитивна дія або результат неминуче супроводжуються виникненням нової потенційної небезпеки або групи небезпек. У кожному окремому випадку виникнення небезпеки в технічній системі має багатопричинний характер, а її розвиток проходить через ланцюг подій.

Наявність потенційної небезпеки в системі не завжди супроводжується її негативною дією на людину. Для реалізації такої дії необхідно виконати три умови: небезпека (шкідливість) реально діє; людина знаходиться в зоні дії небезпеки; людина не має достатніх засобів захисту та необхідного рівня підготовки.

Критерієм оцінки дій та вчинків людини в умовах наявності небезпеки є **ризик**, який визначається імовірністю проявлення (реалізації) небезпеки в зоні її перебування та імовірністю присутності людини в зоні дії небезпеки (небезпечній зоні). Відносно малий (нульовий) ризик свідчить про відсутність реальної небезпеки в системі і, навпаки, чим вища величина ризику тим вища реальність дії небезпеки на людину. Однак нульовий ризик в діючих технічних системах забезпечити неможливо. Світове визнання одержала концепція припустимого (прийняттого) ризику. Зміст цієї концепції в прагненні до малої

безпеки. Припустимий ризик – це ступінь ризику, який може бути реалізований наявними технічними засобами, з одного боку, та економічно обґрунтований – з іншого. За статистичними даними зарубіжних авторів припустимий ризик складає від 10^{-6} до 10^{-8} .

Кількісна оцінка ризику Ризик R – частота реалізації небезпеки визначеного виду (класу).

Ризик може бути визначений як частота (розмірність – зворотна часу 1/сек) або імовірність виникнення події A (безрозмірна величина, що лежить в межах 0–1). Фахівці з безпеки пропонують найбільш загальне визначення: ризик – це кількісна оцінка небезпеки.

Кількісна оцінка – це відношення кількості тих чи інших несприятливих наслідків до їх можливої кількості за визначений період.

Аналітично ризик (R) визначається за формулою:

$$R = \frac{N(t)}{Q(t)} . \quad (1.1)$$

де $N(t)$ – частота реалізації небезпек у часі (кількість подій з небажаними наслідками);

$Q(t)$ – кількість небезпек за проміжок часу (максимальна кількість подій).

Також для оцінки ризику небезпечних ситуацій в світовій практиці користуються узагальненою формулою:

$$R = P \cdot U \quad (1.2)$$

де P – вірогідність небезпеки,

U – величина наслідків (збиток).

Виходячи з чисельного значення R ризик небезпек класифікують наступним чином:

незначний ризик - $\leq 1 \cdot 10^{-6}$;

припустимий ризик - $1 \cdot 10^{-6} \div 5 \cdot 10^{-5}$;

високий (терпимий) ризик - $5 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-4}$;

неприпустимий ризик - $\geq 5 \cdot 10^{-4}$.

Величину $1 \cdot 10^{-6}$ ще називають **пороговим рівнем ризику**.

Розрізняють індивідуальний і соціальний ризики. Індивідуальний ризик – частота виникнення впливів визначеного виду, які уражають, що виникають при реалізації визначених небезпек у визначеній точці простору (де може знаходитись індивідуум). Для оцінки масштабів катастрофічності виявлень (реалізації) небезпеки впроваджується поняття соціальний ризик. Соціальний ризик – частота виникнення подій, що полягає в ураженні визначеної кількості людей, які піддаються впливам визначеного виду, які уражають при реалізації визначених небезпек. Людина, що працює на підприємстві або мешкає у місцевості, яка під час аварії може опинитися в зоні руйнувань або дії небезпек, піддається ризику. Рівень ризику залежить від багатьох факторів, у тому числі від місця знаходження людини та часу. Як правило, факт впливу небезпеки на людину є випадковою величиною та визначається імовірністю знаходження даної людини у визначеному місці в випадку реалізації небезпеки.

Обчислення ступеня ризику через вірогідність безпечної роботи здійснюється за формулою:

$$P=(1- T^*/N \cdot T)^n, \quad (1.3)$$

де T^* – розрахунковий відрізок часу;

T – час, за який відбувалася подія;

N – кількість груп;

n – кількість небажаних подій.

Критерії: $P \geq 0,95$ – безпечно, $P \leq 0,95$ – небезпечно.

Приклад 1.1. Обчисліть ризик отруєння на підприємстві (у розрахунку за рік), якщо загальна кількість працюючих становить 5000 чоловік, за останні 4 роки отруїлися 5 чоловік. Обчисліть величину групового ризику, якщо на подібних підприємствах в Україні працює 200000 чоловік.

Розв'язання.

Знаходимо кількість працівників, які отруїлися за 1 рік: $5/4=1,25$.

Розраховуємо індивідуальний ризик $R = 1,25/5000=2,5 \cdot 10^{-4}$ - високий (терпимий) ризик.

Розраховуємо груповий ризик $R = 1,25/200000=6,25 \cdot 10^{-6}$ - припустимий ризик

$P(A) = \sum P(A)$ – при одночасному впливі декількох подій.

Приклад 1.2. Обчисліть ризик негативного впливу на здоров'я людини від автомобільної аварії (за рік) у місті, якщо на автомобілях їздять 1500 осіб. За останні 16 років загинуло 13 осіб, а за 4 роки травмовано 7.

Розв'язання

Знаходимо кількість осіб, які загинули за рік $13/16=0,8$.

Знаходимо кількість осіб, які травмовано за рік $7/4=1,8$.

Індивідуальний ризик загибелі становить $R = 0,8:1500=5,3 \cdot 10^{-4}$ - неприпустимий ризик

Індивідуальний ризик травмування становить $R = 1,8:1500=12 \cdot 10^{-4}$ - неприпустимий ризик

Приклад 1.3. За два роки в 5 класах на вітрянку захворіло 8 чоловік. Визначити вірогідність захворювання протягом 2 місяців на грип.

Розв'язання

За умовою задачі, маємо $T^*=2$, $T=24$, $N=5$, $n=8$, тоді (ф.1.3)

$$P = (1 - 2/(5 \cdot 24))^8 = 0,87.$$

Оскільки ступінь ризику менший 0,95, вірогідність прояву даної небезпеки висока.

Завдання для практичної роботи

Завдання 1.1. Виконайте таксономію чотирьох небезпек, згідно варіанту. Результати роботи впишіть у таблицю 1.2.

Варіант 1. Порушення правил зберігання боєприпасів, керування автомобілем у нетверезому стані, затоплення населеного пункту, пожежа на виробництві.

Таблиця 1.2 – Таксономія небезпек

Небезпечні ситуації За варіантом	1	2	3	4
Виявлена небезпека				
Джерело небезпеки (природні, техногенні, соціально-політичні, комбіновані)				
Час прояву (імпульсивні, кумулятивні)				
Локалізація (атмосферні, гідросферні, літосферні, біосферні, космічні)				
Наслідки (травми, захворювання, аварії, пожежі, летальні наслідки)				
Збитки (соціальні, технічні, екологічні)				
Сфера прояву (природні, техногенні, соціальні)				
Характер впливу на людину (активні та пасивні)				

Варіант 2. Бійка фанатів, витік побутового газу, руйнування будівлі внаслідок вибуху газу, ураження електричним струмом.

Варіант 3. Вживання наркотиків, затоплення квартири, укуси собаки, пошкодження контейнера з хімічними речовинами під час транспортування залізницею.

Варіант 4. Сварка між подружжям, перевищення швидкості автомобіля, висока температура повітря на робочому місці, вихід з ладу верстата.

Варіант 5. Вибухівка на зупинці, вживання неякісної їжі, налипання мокрого снігу на дорогах, перебування в приміщенні з рівнем шуму вище 80 дБ.

Варіант 6. Пожежа на робочому місці, керування автомобілем під час зливи, самозаймання в лісі, робота в стані наркотичного сп'яніння.

Варіант 7. Захоплення заручників, невимкнена праска, слизька поверхня автомобільної дороги, використання застарілих рентгенапаратів.

Варіант 8. Виїзд на роботу за кордон, розбиття ртутного термометра, аварія на шахті (вибух метану), пошкодження лінії електропередач внаслідок обриву.

Варіант 9. Пошкодження релігійної споруди внаслідок терористичного акту, користування несправним ліфтом, скупчення людей під час епідемії грипу, робота на висоті.

Варіант 0. Використання протермінованих лікувальних засобів, купання в недозволеному місці, використання приладу не за призначенням, погана видимість.

Завдання 1.2. Розв'язати задачі.

1.2.1 ***Визначення ступеня ризику***

Варіант 1. За даними статистики, в Україні кількість загиблих від нещасних випадків у побуті становить 72929 осіб при чисельності населення 48 млн. людей. Визначить ступінь ризику загибелі від нещасного випадку в побуті.

Варіант 2. За статистичними даними на підприємствах України було травмовано 47531 людину. Кількість працюючих становить $\frac{1}{3}$ від загальної чисельності населення України. Визначить ступінь ризику виробничого травматизму в Україні.

Варіант 3. Обчисліть ризик травмування під час риболовлі (у розрахунку за рік), якщо в середньому в регіоні нараховується 2500 рибалок, а за останні 15 років травми одержали 4 особи.

Варіант 4. Обчисліть ризик захворювання на грип (у розрахунку за рік), якщо в середньому в селі проживає 750 осіб, а за останні 8 років захворіло 2 особи.

Варіант 5. Обчисліть ризик автомобільної аварії в місті N (у розрахунку за рік), якщо в середньому на автомобілях їздять 500 осіб, а за останні 4,5 року потрапили в аварію і були травмовані 7 осіб.

Варіант 6. Обчисліть ризик травмування на підприємстві (у розрахунку за рік), якщо загальна кількість працюючих становить 50 чоловік, а за останні 21 рік травми одержали 2 особи.

Варіант 7. Обчисліть ризик утоплення (у розрахунку за рік), якщо в середньому за рік у озері купається 1000 осіб, а за останні 7,6 року потонули 3 людей.

Варіант 8. Обчисліть ризик травмування людей у певному регіоні або зайнятих певним видом діяльності (у розрахунку за рік), якщо середньорічна кількість осіб – 200, а за останні 2,5 року травми одержали 2 особи.

Варіант 9. Обчисліть ризик автомобільної аварії в місті B (у розрахунку за рік), якщо в середньому на автомобілях їздять 1500 осіб, а за останні 16 років потрапили в аварію і були травмовані 13 осіб.

Варіант 0. Обчисліть ризик травмування на підприємстві (у розрахунку за рік), якщо загальна кількість працюючих становить 10000 чоловік, а за останні 9 років травми одержала 1 особа.

1.2.2 Визначення ступеня ризику через вірогідність безпечної роботи

Варіант 1. За п'ять років роботи у 8 будинках сталося 9 аварій водопровідної системи. Необхідно визначити, чи можуть виникнути такі аварії протягом поточного року.

Варіант 2. За три роки роботи в 6 соціальних їдальнях сталося 5 випадків харчового отруєння. Необхідно визначити, чи можуть виникнути такі отруєння протягом наступного півріччя.

Варіант 3. За чотири роки в 12 містах стався 21 випадок самогубства. Необхідно визначити, чи можуть виникнути такі самогубства протягом наступних 5 місяців.

Варіант 4. За останні чотири роки в 24 містах на ДТП загинуло 16 чоловік. Визначити, чи можуть виникнути такі випадки протягом року.

Варіант 5. За чотири роки роботи в двох бригадах мулярів сталося 10 нещасних випадків. Необхідно визначити, чи можуть виникнути в цих бригадах протягом наступного року нещасні випадки на виробництві.

Варіант 6. За два роки роботи у школі в трьох класах сталося 7 нещасних випадків. Потрібно визначити, чи можуть виникнути в цих класах нещасні випадки протягом наступного півріччя.

Варіант 7. За десять років роботи у 6 будинках сталося 17 аварій систем водовідведення. Необхідно визначити, чи можуть виникнути такі аварії протягом наступних двох років.

Варіант 8. За п'ять років роботи у 8 їдальнях сталося 15 випадків харчового отруєння. Необхідно визначити, чи можуть виникнути такі отруєння протягом наступного року.

Варіант 9. За вісім років в місті стався 51 випадок самогубства. Необхідно визначити, чи можуть виникнути такі самогубства протягом наступного року.

Варіант 0. За останні п'ять років в місті в ДТП загинуло 780 людей. Визначити, чи можуть виникнути такі випадки протягом наступного півріччя.

Висновки: зробити висновки за кожним завданням роботи.

Контрольні запитання

1. Як здійснюється класифікація небезпек?
2. Як можна трактувати термін «ризик»?
3. Вкажіть види ризику.
4. Чому необхідно досліджувати «схильність до ризику» людини?
5. Кількісна оцінка ризику.
6. Що є предметом та об'єктом БЖД?
7. Які є фактори небезпеки?
8. Як класифікують фактори небезпек?
9. Що таке потенційно небезпечний об'єкт? Наведіть приклади.
10. Що таке номенклатура небезпек?

ДОСЛІДЖЕННЯ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛЮДИНИ

Мета роботи: дослідити основні види психологічних властивостей людини, що забезпечують її психологічну надійність з погляду БЖД, навчитись оцінювати надійність роботи людини задля успішного виконання роботи чи поставленої задачі.

Короткі теоретичні відомості

Фізіологічні основи БЖД відображають роль людини як елементу системи “людина-середовище-діяльність”. Людський чинник має велике значення в проблемі БЖД, бо за даними міжнародної статистики головним винуватцем нещасних випадків (а часто і екологічних, техногенних аварій) є, як не дивно, не техніка, не організація праці, а сам робітник та його помилки. Тому важливу роль грають фізіологічна, психологічна та психофізіологічна діяльність людини.

До основних психофізіологічних властивостей людини, що забезпечують його психологічну надійність з погляду БЖД, є пам'ять, сенсомоторні реакції, увага, воля, темперамент, почуття обережності, емоції й ін.

Пам'ять – це комплекс процесів, що відбуваються в центральній нервовій системі. Включає процеси запам'ятовування, збереження, дізнання і відтворення інформації. По різних ознаках виділяють різні види пам'яті. По тривалості збереження інформації:

- короткочасна – безпосередня (сенсорна) і оперативна;
- довгострокова(постійна, статична).

За характером матеріалу, що запам'ятовується: логічна, образна (зорова, слухова, дотикальна і т.п.), емоційна, моторна (рухова).

До основних характеристик пам'яті відносяться: обсяг інформації, що запам'ятовується, швидкість запам'ятовування, тривалість збереження

(швидкість забування), повнота і точність відтворення, готовність до відтворення.

Обсяг інформації, що зберігається в безпосередній пам'яті, залежить від виду аналізатора і способу пред'явлення. У безпосередній пам'яті практично зберігається вся інформація протягом часткою секунди. Потім вона швидко губиться, у результаті чого через 1-2 с залишається порядку восьми символів, що переходять в оперативну пам'ять.

Оперативна пам'ять дозволяє зберігати поточну інформацію на час, необхідний для розв'язку тих чи інших практичних задач. Це час у реальних умовах вимірюється від декількох секунд до декількох хвилин.

Довгострокова пам'ять забезпечує збереження інформації протягом тривалого часу (години, дні, місяці, роки).

Збереження інформації в пам'яті є складним процесом, у ході якого здійснюється її переробка, упорядкування і класифікація. У процесі запам'ятовування і збереження інформації мозок здійснює статичний аналіз, що дозволяє оцінити події, передбачати і прогнозувати можливі ситуації, планувати діяльність.

Збереження обсягу інформації залежить від міцності запам'ятовування інформації, ступеня організації її в осмислені системи, установки на тривале збереження інформації, індивідуальних особливостей пам'яті, характеру знань у період часу між завчанням і відтворенням.

Відтворення – процес витягу інформації з пам'яті.

До умов оптимізації відтворення відносяться раціональна організація; спілкування в процесі відтворення з іншими людьми; використання спеціальних прийомів і т.д.

Мислення – це процес пізнання. Наслідком мислення є думка. Вміння мислити – особливість людини. Таким чином, мислення – процес відтворення загальних особливостей предметів і явищ, знаходження закономірних зв'язків і відносин між ними.

Увага – психологічний стан, що характеризується інтенсивністю пізнавальної діяльності і мірою зосередженості на відносно невеликій ділянці, що стає засвоєною і концентрує на собі психологічні і фізичні зусилля людини протягом визначеного часу.

Сенсомоторні реакції – відповідні дії людини на різні відчуття, що сприймаються органами почуттів. Час реакції збільшується з віком, хоча згодом росте досвід і вміння прогнозувати ситуації: час реакції водія - 0,75 с; за містом - 2,5 с. Реакція залежить від швидкості автомобіля, від віку водія, його професіоналізму. Більш професійна реакція 0,5-1,5 с, з меншим досвідом 1-2 с.

Воля – це здатність людини керувати своїми діями і вчинками. Вольовими якостями є дисциплінованість, самовладання, рішучість, терпіння, наполегливість, упертість. Волю можна розвивати і виховувати.

Якщо розглядати причини нещасних випадків, то дослідники прийшли до висновку, що ці причини впливають з цілого ряду психофізіологічних якостей людини. До таких якостей варто віднести емоційні властивості і якості темпераменту.

Емоції – це переживання людиною свого відношення до того, що вона довідається, що робить. Вони знаходять вираження в почуттях, настрої, афектах людини.

Емоції підрозділяються на позитивні, негативні і нейтральні, розрізняють по інтенсивності і моменту (добутку інтенсивності на час дії).

На психофізичний стан людини має вплив стан нервової системи. Нервова система функціонує за допомогою аналізаторів (рис.2.1).

Коли можливості нервової системи людини порушені, тобто коли характеристики людини не співпадають з характеристиками навколишнього середовища, то можливо:

- зниження працездатності (тонусу, життєдіяльності);
- розвиток захворювань;
- травматизм;
- смерть.

АНАЛІЗАТОРИ

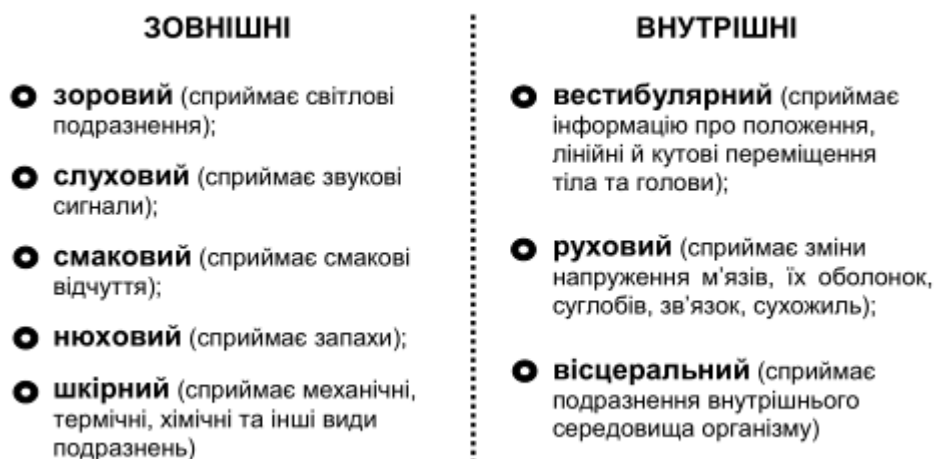


Рисунок 2.1 – Класифікація аналізаторів людини.

Аналізатори характеризуються наступними величинами.

Інтенсивність відчуття (S) - характеристика відчуттів, яка є суб'єктивною вираженістю відчуття, пов'язаного з будь-яким подразником. Відношення інтенсивності відчуття і фізичної інтенсивності подразника має достатньо складний вигляд.

Поріг відчуттів (сенсорний поріг) - характеристика чутливості аналізатора, відповідна величині подразника, досягши якої починає виникати (або змінюватися) відчуття або інші реакції (соматичні, вегетативні, електроенцефалографічні).

Види:

- абсолютний поріг (верхній і нижній);
- диференціальний поріг;
- оперативний поріг.

Абсолютний нижній поріг відчуттів - вид сенсорного порогу, який виражається мінімальною величиною подразника, перевищення якої дає у відповідь реакцію організму, перш за все у формі усвідомлення відчуття (ледве сприймане відчуття). Розрізняють нижній поріг чутливості сенсорної системи і поріг реагування ефектора, що свідчить про відповідь організму на подразник.

Є характеристикою чутливості сенсорної системи. Для вимірювальних процедур корисним є виділення порогу появи і порогу зникнення.

Поріг появи - характеристика чутливості, відповідна ступеню інтенсивності стимулу, досягши якої виникає відчуття. Так, поріг появи: для звуку складає 20-25 дБ, при більших порогових значенням у людини виникають проблеми зі слухом; для світла за яскравістю - 10 кд/м²; для дотикового аналізатора – 150 мг/мм².

Поріг зникнення - характеристика чутливості, відповідна ступеню інтенсивності стимулу, при зменшенні якої подразник вже перестає викликати відчуття (для абсолютного порогу), або відмінності подразників не виявляються (для диференціального порогу).

Абсолютний верхній поріг відчуттів - вид сенсорного порогу, який виражається максимально допустимою величиною зовнішнього подразника, перевищення якої веде до появи хворобливих відчуттів, які свідчать про порушення нормальної діяльності організму.

Диференціальний поріг відчуттів (ΔS) - вид сенсорного порогу, який характеризується мінімальною відмінністю між двома подразниками, що сприймаються як різні або на яких може бути сформовано дві різні реакції. Прийнято кількісно виражати диференціальний поріг у вигляді відношення різниці між величиною постійного подразника, еталоном, і змінного, який, залежно від величини, сприймається як рівний або відмінний від еталону, до величини постійного подразника. Це відношення постійне в достатньо широкому діапазоні подразника. Якщо $\Delta S < 1$, то два подразники рівні.

Термінальний поріг відчуттів - вид сенсорного порогу, який відповідає досягненню подразником такої величини, що відчуття, зазвичай пов'язане з даним подразником, зникає або переходить в іншу модальність. Наприклад, при дуже високій яскравості світлового подразника відчуття світла набуває характер больового.

Оперативний поріг - вид сенсорного порогу, відповідний найменшій величині відмінності між двома величинами подразника, при якій точність і швидкість пізнання мають максимальні значення.

Основні психофізичні закони сприйняття.

Закон Вебера:

$$\frac{\Delta J}{J} = \text{const}, \quad (2.1)$$

де J- сила подразника (інтенсивність);

ΔJ - мінімально помітний приріст інтенсивності подразника, що відповідає ледве помітній зміні відчуттів (диференційований поріг).

Так для зорового аналізатора:

$$\frac{\Delta J}{J} = 0,01 \quad (2.2)$$

Закон Вебера – Фехнера:

$$dS = k \frac{dJ}{J}, \quad (2.3)$$

де k - коефіцієнт Вебера – Фехнера, що характеризує специфіку кожного з аналізаторів (табл.2.1).

В загальному вигляді **закон Вебера – Фехнера** пов'язує інтенсивність відчуття залежно від сили подразника (в середній області відчуттів):

$$S = k \cdot \ln J + b, \quad (2.4)$$

де b – стала, має своє певне значення для кожного з аналізаторів в різних умовах сприйняття.

Таблиця 2.1 - Значення коефіцієнту Вебера для різних органів відчуття

Відчуття	Значення коефіцієнту
Відчуття зміни висоти звуку	0,003
Відчуття зміни яскравості світла	0,017
Відчуття зміни маси предметів	0,020
Відчуття зміни гучності звуку	0,100
Відчуття зміни тиску на поверхню шкіри	0,140
Відчуття зміни смаку соляного розчину	0,200

Закон Стівенса більш універсальний, також дозволяє оцінити інтенсивність відчуття, але враховує дві константи, що виявляються емпіричним шляхом:

$$S \approx k \cdot J^n \quad (2.5)$$

де k - константа, яка залежить від одиниць виміру;

n – показник ступеню функції.

Показник n різний для різної модальності сигналів (для звуку $n=0,1$, для електричного струму $n=3,0$). Величина n залежить від виду подразника.

Приклад 2.1. Оцінити інтенсивність відчуття людини за слуховим аналізатором при інтенсивності подразника від 40 дБ до 80 дБ (поріг появи $J_0=20$ дБ, стала аналізатора $b=0,1$).

Розв'язання. Використовуючи закон Вебера– Фехнера за формулою 2.4 знаходимо інтенсивність відчуття з урахуванням дискретизації в 20 дБ (т.є. розрахунок ведемо для точок 40 дБ, 60 дБ, 80 дБ):

$$S_{40}=0,1 \ln 40 + 0,1=0,469;$$

$$S_{60}=0,1 \ln 60 + 0,1=0,509;$$

$$S_{80}=0,1 \ln 80 + 0,1=0,538.$$

При більшій кількості точок дискретизації (більше 3 точок) доречно будувати графічну залежність $S=f(J)$ для більш наочного подання інформації.

Значно зменшити вірогідність потрапити в небезпечну ситуацію дозволяє така індивідуальна властивість як час реакції людського організму на подразник. Час реакції - це характеристика нервово-психічного процесу, яка є інтервалом між пред'явленням подразника і початком відповідної реакції, яка зазвичай фіксується в руховій сфері. Термін запропонований З. Екснером. Першим провів хронометричний експеримент, в якому вимірювався час реакції людини на раптовий подразник, Ф. Бессель в 1823 р. Г. Гельмгольц для визначення швидкості передачі збудження по аферентним шляхах використовував електрошкірний подразник, що прикладається до різних

ділянок тіла. У численних дослідженнях було показано, що перш за все розрізняється швидкість проведення збудження в різних нервах. У слуховій і тактильній сенсорних системах відмічена найбільша швидкість, а саме - 105–180 мс. Для зорової системи ця величина має значення 150–255 мс, для нюхової - 200–300 мс. Час реакції на больові подразники - 400–1000 мс. Разом з тим виявилось, що велика частина часу реакції витрачається на психологічну інтерпретацію подразника і підготовку до належної відповіді. На основі цього Ф. Дондерс запропонував розрізняти час простої реакції (А–реакції), реакції розрізнення (С–реакції) і реакції вибору (В–реакції).

Час реакції істотно залежить від складності завдання, що вирішується при пізнанні подразника. Найбільш оптимальний інтервал між попереджувальним сигналом і тестовим, на який треба реагувати максимально швидко - 1,5–2 с.

Закон В. Е. Хіка (1952 р.) - психофізична емпірична закономірність, згідно якої час реакції при виборі з деякого числа альтернативних сигналів залежить від їх числа.

$$ЧР = a \cdot \lg(n+1), \quad (2.6)$$

де ЧР - середнє значення часу реакції за всіма альтернативними сигналами, с;

n - число рівно імовірних альтернативних сигналів;

a - коефіцієнт пропорційності.

Одиниця у формулі є ще однією альтернативою - у вигляді пропуску сигналу.

Час пошуку необхідної інформації для прийняття правильного рішення також впливає на наш час реакції на подразник. Так середній час візуального пошуку ($t_{вп}$) для одного елемента:

$$t_{вп} = \frac{\frac{N}{M+1} + 1}{M+1} t_{фс} \quad (2.7)$$

де N - загальне число елементів на панелі керування;

M - число елементів з потрібною ознакою;

η - оперативний обсяг зорового сприйняття;

$t_{\text{фс}}$ – середній час фіксації погляду на елементі з потрібною ознакою.

Величина η обмежена обсягом оперативної пам'яті (4-6 елементів) та оперативним полем зору $\alpha=10^0$. Тривалість фіксації $t_{\text{ф}}$ залежить від способу кодування інформації та важкості задачі.

Тоді, сумарний час пошуку необхідної інформації ($t_{\text{впс}}$):

$$t_{\text{впс}} = \sum_{i=1}^n t_{\text{вп}} \quad (2.8)$$

Крім цього важливе значення має тривалість відчуття. Це характеристика процесу сприйняття, яка виражається інтервалом часу, протягом якого існує відчуття, як правило, не співпадає з тривалістю дії подразника. Відчуття виникає через деякий час після початку дії, а пропадати може через деякий час після припинення дії. Для студента в цьому плані відіграє значну роль такий показник пов'язаний з тривалістю відчуття, як ступінь збереження вивченого матеріалу – m_i . Ця величина визначається емпіричною залежністю:

$$m_i = \frac{1}{\ln t_i} - 0,1, \quad (2.9)$$

де t_i - час збереження матеріалу, год.

Приклад 2.2. Визначити середній час візуального пошуку потрібної інформації. Для простих геометричних фігур є 10 елементів із потрібною ознакою, а загальне число елементів 50; для букв та цифр в таблицях є 20 елементів із потрібною ознакою, а загальне число елементів 100; для умовних знаків є 5 елементів із потрібною ознакою, а загальне число елементів 20. Пошук простих геометричних фігур займає $t_{\text{ф}}=0,1\text{с}$, пошук букв та цифр в таблицях - $t_6=0,1\text{с}$, пошук умовних знаків, $t_3=0,2\text{с}$, зчитування умовних знаків $t_y=0,15\text{с}$.

Розв'язання. Приймаємо мінімальне значення для величини $\eta=4$. За формулою 2.7 визначаємо середній час візуального пошуку для окремих елементів:

- пошук простих геометричних фігур – $t_{\text{вп}}=(50/4+1)/(10+1)\cdot 0,1=0,123$ с;
- пошук букв та цифр в таблицях – $t_{\text{вп}}=(100/4+1)/(20+1)\cdot 0,1=0,124$ с;
- пошук умовних знаків – $t_{\text{вп}}=(20/4+1)/(5+1)\cdot 0,2=0,2$ с;
- зчитування умовних знаків – $t_{\text{вп}}=(20/4+1)/(5+1)\cdot 0,15=0,15$ с.

Сумарний час пошуку необхідної інформації за елементами складає:

$t_{\text{впс}}=0,123+0,124+0,2+0,15=0,597$ с, що свідчить про добру реакцію людини (допустимий час реакції до 1,5-2 с).

Приклад 2.3. Визначити ступінь збереження вивченого матеріалу залежно від часу збереження з урахуванням кривої залежності збереження обсягу інформації, якщо $t_1=2$ години від початку запам'ятовування, $t_2=4$ години, $t_3=6$ годин, $t_4=12$ годин.

Розв'язання. Користуємось формулою 2.9.

$$m_1=1/\ln 2 - 0,1=1,342;$$

$$m_2=1/\ln 4 - 0,1=0,621;$$

$$m_3=1/\ln 6 - 0,1=0,458;$$

$$m_4=1/\ln 12 - 0,1=0,302.$$

Тобто за 12 годин ступінь збереження вивченого матеріалу зменшується в 4,4 рази (m_1/m_4).

Завдання для практичної роботи

Завдання 2.1. Оцінити інтенсивність відчуття людини за аналізатором при змінах сприйняття в заданому діапазоні за значенням сталої b . За визначеними значеннями побудувати залежність $S=f(J)$.

Завдання 2.2. Визначити середній час візуального пошуку потрібної інформації за індивідуальним завданням (табл. 2.3-2.4).

Завдання 2.3. Визначити ступінь збереження вивченого матеріалу залежно від часу збереження (табл. 2.5), тобто через $t_1 - t_8$ годин від початку запам'ятовування з урахуванням кривої залежності збереження обсягу інформації. За визначеними значеннями побудувати графік залежності обсягу збереженої інформації від часу. Оцінити свою спроможність належним чином запам'ятовувати інформацію.

Таблиця 2. 2 – Вихідні данні для завдання 2.1.

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Вид аналізатору	шкірний (дотиковий)	зоровий	слуховий	шкірний (дотиковий)	зоровий	слуховий	шкірний (дотиковий)	зоровий	слуховий	шкірний (дотиковий)
Нижня межа сприйняття	300 мг/мм ²	200 кд/м ²	20 дБ	100 мг/мм ²	100 кд/м ²	30 дБ	200 мг/мм ²	150 кд/м ²	10 дБ	100 мг/мм ²
Верхня межа сприйняття	800 мг/мм ²	300 кд/м ²	140 дБ	1000 мг/мм ²	250 кд/м ²	90 дБ	800 мг/мм ²	450 кд/м ²	150 дБ	600 мг/мм ²
Стала аналізатора, b	0,0075	0,005	0,01	0,001	0,001	0,005	0,002	0,002	0,02	0,005

Таблиця 2.3 – Вихідні данні для розрахунку

Вихідні дані	Варіант		
	1, 2, 3	4, 5, 6	7, 8, 9, 0
Кількість елементів з потрібною ознакою для простих геометричних фігур	5	10	15
Кількість елементів з потрібною ознакою для букв та цифр	20	25	30
Кількість елементів з потрібною ознакою для умовних знаків	2	5	7
Загальне число елементів для простих геометричних фігур	50	60	70
Загальне число елементів для букв та цифр	70	80	90
Загальне число елементів для умовних знаків	30	40	50

Таблиця 2.4 – Середній час фіксації погляду на окремому елементі

Вихідні дані	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пошук простих геометричних фігур, с	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
Пошук букв та цифр в таблицях, с	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
Пошук умовних знаків, с	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39
Зчитування умовних знаків, с	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49

Таблиця 2. 5 – Час збереження інформації

Час, год.	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆	t ₇	t ₈
Варіант								
1	1,5	4	6	8	10	13	16	24
2	2	4	6	8	10,1	15,1	17,1	24
3	2,5	4	6	8	11,2	13,2	16,2	24
4	1,5	4	6	8	10,3	14,3	18,3	24
5	2	4	6	8	12,4	13,4	16,4	24
6	2,5	5	7	8	10,5	15,5	17,5	24
7	1,5	5	7	8	11,6	13,6	16,6	24
8	2	5	7	8	10,7	14,7	18,7	24
9	2,5	5	7	8	12,8	13,8	16,8	24
0	1,5	5	7	8	10,9	15,9	17,9	24

Висновки: зробити висновки за кожним завданням роботи.

Контрольні запитання

1. Які основні психфізіологічні властивості людини?
2. Що таке пам'ять? Види пам'яті?
3. Які види сенсомоторних реакцій існують? Особливості?
4. Що таке увага? Як впливає на БЖД?
5. Види аналізаторів людини?
6. В чому полягає закон Вебера-Фехнера? В чому полягає закон Стівенса? В чому полягає закон Хіка?
7. Як оцінити час сумарного пошуку інформації? Яке значення є допустимим?

ЗНАКИ БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ, СИГНАЛЬНІ КОЛЬОРИ ТА ПЕРША ДОМЕДИЧНА ДОПОМОГА

Мета роботи: Вивчити знаки безпеки та сигнальні кольори на виробництві та знаки безпеки дорожнього руху. Навчитись надавати першу домедичну допомогу потерпілим.

Короткі теоретичні відомості

Знаки безпеки та сигнальні кольори. Дорожні знаки. Відповідно до статті 3 Конституції України «Життя та здоров'я людини, її безпека є найвищими соціальними цінностями, які має забезпечити держава. Безпека людини і навколишнього середовища, їх захищеність від впливу шкідливих техногенних, природних, екологічних і соціальних факторів є неодмінною умовою сталого розвитку суспільства». В Україні, як і в усьому цивілізованому світі, цьому питанню завжди приділялась велика увага, особливо появі та розробленні знаків безпеки.

Знаки безпеки можуть бути *основними, додатковими, комбінованими й груповими*. Основні знаки безпеки мають однозначні змістовні вимоги для забезпечення безпеки. Основні знаки використовують самостійно або у складі комбінованих і групових знаків безпеки. Додаткові знаки безпеки мають пояснювальний напис, їх використовують у комплексі з основними знаками. Розташування додаткового знака може бути нижче, праворуч, ліворуч від основного знака безпеки.

Комбіновані й групові знаки безпеки складаються з основних і додаткових знаків і є носіями комплексних вимог для забезпечення безпеки. Вони містять основний знак безпеки та додатковий знак на одному прямокутному носії.

Безпека виконуваних робіт суттєво залежить від дохідливості, швидкості та точності зорової інформації. На цьому основане широке використання на виробництві знаків безпеки та сигнальних кольорів, які відіграють роль

закодованого носія відповідної інформації. Кольори та знаки безпеки регламентовані ДСТУ EN ISO 7010:2019.

Знакам безпеки надають категорії залежно від їхньої функції:

E - категорія знаків, що вказують маршрут евакуації, місце розташування обладнання безпеки чи об'єкта безпеки або заходи безпеки (знаки безпеки умов);

F - категорія знаків пожежного обладнання;

M - категорія знаків обов'язкової дії;

P - категорія знаків заборони;

W - категорія попереджувальних знаків.

Приклади зареєстрованих графічних зображень знаків безпеки наведено в таблиці 3.1.











Сигнальний колір - колір, призначений для залучення уваги людей до безпосередньої або можливої небезпеки, робочих вузлів обладнання, машин, механізмів і (або) елементів конструкції, які можуть бути джерелами небезпечних і (або) шкідливих факторів, пожежної техніки, засобів протипожежного та іншого захисту, знаками безпеки та сигнальною розміткою.

Контрастний колір - колір для посилення зорового сприйняття і виділення на навколишньому тлі знаків безпеки та сигнальною розмітки, виконання графічних символів і пояснювальних написів.

Знак безпеки - кольорографічне зображення певної геометричної форми з використанням сигнальних і контрастних кольорів, графічних символів і пояснювальних написів, призначене для попередження людей про безпосередню або можливу небезпеку, заборону, припис або дозвіл до певних дій, а також інформацію про розташування об'єктів та засобів, використання яких виключає або знижує вплив небезпечних і (або) шкідливих факторів.

Знак пожежної безпеки - знак безпеки, призначений для регулювання поведінки людини з метою запобігання виникнення пожежі, а також для позначення місць знаходження засобів протипожежного захисту, засобів оповіщення, дозволу або заборони певних дій при виникненні горіння (пожежі).

Таблиця 3.1- Приклад знаків безпеки

Знак безпеки, номер референта, референт	Категорія				
	E	F	M	P	W
	Знаки, що вказують на маршрут евакуації, місце розташування обладнання безпеки або об'єкта безпеки, або дію безпеки (знаки умов безпеки)	Знаки пожежного обладнання	Знаки обов'язкової дії	Знаки заборони	Попереджувальні знаки
Знак безпеки					
Номер референта	E001	F001	M001	P001	W001
Референт	Евакуаційний вихід (ліворуч)	Вогнегасник	Знак загально-обов'язкової дії	Знак загальної заборони	Знак загальної застороги
Знак безпеки					
Номер референта	E002	F002	M002	P002	W002
Референт	Евакуаційний вихід (праворуч)	Пожежний кран-комплект	Дивитись інструкцію з експлуатації/ брошуру	Не курити	Засторога: вибухо-небезпечна речовина

Сигнальна розмітка - кольорографічне зображення з використанням сигнальних і контрастних кольорів, нанесене на поверхні, конструкції, стіни, перила, устаткування, машини, механізми, ланцюги, стовпчики, стійки, загороджувальні бар'єр і т. п., в цілях позначення небезпеки, а також для вказівки та інформації.

Застосовують такі терміни з відповідними визначеннями.

Стандарт встановлює наступні **сигнальні кольори**: червоний, жовтий, зелений, синій. Для посилення зорового сприйняття зображень знаків безпеки та сигнальною розмітки сигнальні кольори слід застосовувати в поєднанні з контрастними кольорами - білим або чорним.

Сигнальні кольори необхідно застосовувати:

- ✓ для позначення поверхонь, конструкцій (або елементів конструкцій), пристроїв, вузлів і елементів устаткування, машин, механізмів тощо, які можуть служити джерелами небезпеки для людей, поверхні огорожень та інших захисних пристроїв, систем блокування і т. д.
- ✓ позначення пожежної техніки, засобів протипожежного захисту, їх елементів;
- ✓ знаків безпеки, сигнальної розмітки, планів евакуації та інших візуальних засобів забезпечення безпеки;
- ✓ світлових засобів безпеки (сигнальні лампи, табло та ін);
- ✓ позначення шляхів евакуації.

Червоний сигнальний колір слід застосовувати:

- для позначення вимикаючих пристроїв механізмів і машин, у тому числі аварійних; внутрішніх поверхонь кришок (дверцят) шаф з відкритими струмоведучими елементами обладнання, машин, механізмів і т. п. Якщо обладнання, машини, механізми мають червоний колір, то внутрішні поверхні кришок (дверцят) повинні бути пофарбовані лакофарбовими матеріалами жовтого сигнального кольору;
- ручок кранів аварійного скидання тиску;
- корпусів масляних вимикачів, що знаходяться у робочому стані під напругою;
- позначення різних видів пожежної техніки, засобів протипожежного захисту, їх елементів, що вимагають оперативного впізнання (пожежні машини, наземні частини гідрант-колонок, вогнегасники, балони, пристрої ручного пуску систем (установок) пожежної автоматики, засобів оповіщення, телефони прямого зв'язку з пожежною охороною, насоси, пожежні стенди, бочки для води, ящики для піску, а також відра, лопати, сокири тощо);
- окантовки пожежних щитів білого кольору для кріплення пожежного інструменту й вогнегасників. Ширина окантовки - 30-100 мм

- Допускається виконувати окантовку пожежних щитів у вигляді черги (під кутом 45-60°) смуг червоного сигнального і білого контрастного кольору;
- орнаментовки елементів будівельних конструкцій (стін, колон) у вигляді відрізка горизонтально розташованої смуги для позначення місць знаходження вогнегасника, установки пожежогасіння з ручним пуском, кнопки пожежної сигналізації і т. п. Ширина смуг - 150-300 мм. Смуги повинні розташовуватися у верхній частині стін і колон на висоті, зручній для зорового сприйняття з робочих місць, проходів і т. п. До складу орнаментовки, як правило, слід включати знак пожежної безпеки з відповідним графічним символом засобу протипожежного захисту;
 - сигнальних ламп і табло з інформацією, що сповіщає про порушення технологічного процесу або порушення умов безпеки: "Тривога", "Несправність" тощо;
 - позначення захоплюючих пристроїв промислових установок і промислових роботів;
 - позначення тимчасових огорож або елементів тимчасових огорож, що встановлюються на межах небезпечних зон, ділянок, територій, ям, котлованів, тимчасових огорожень місць хімічного, бактеріологічного та радіаційного забруднення, а також огорож інших місць, зон, ділянок, вхід на які тимчасово заборонений. Поверхня тимчасових огорожень повинна бути цілком пофарбована червоним сигнальним кольором або мати черги (під кутом 45-60°) смуг червоного сигнального і білого контрастного кольору. Ширина смуг - 20-300 мм при співвідношенні ширини смуг червоного і білого кольорів від 1:1 до 1,5:1;
 - заборонних знаків безпеки і знаків пожежної безпеки.

Не допускається використовувати червоний сигнальний колір:

- для позначення стаціонарних засобів протипожежного захисту (їх елементів), які не потребують оперативного впізнання (пожежні сповіщувачі, пожежні трубопроводи, зрошувачі установок пожежогасіння тощо);

- на шляху евакуації щоб уникнути плутанини і замішання (крім заборонних знаків безпеки і знаків пожежної безпеки).

Жовтий сигнальний колір слід застосовувати:

- для позначення елементів будівельних та інших конструкцій, які можуть з'явитися причиною отримання травм працюючими: низьких балок, виступів та перепадів в площині підлоги, малопомітних ступенів і т. д.;
- позначення вузлів і елементів устаткування, машин і механізмів, необережне поводження з якими становить небезпеку для людей: відкритих рухомих вузлів, огорожувальних конструкцій майданчиків для робіт, що проводяться на висоті, також постійно підвішених до стелі або стін технологічної арматури і механізмів тощо;
- позначення небезпечних при експлуатації елементів транспортних засобів, підйомно-транспортного устаткування і будівельно-дорожніх машин, площадок вантажопідйомників, бамперів і бічних поверхонь електрокарів, навантажувачів, візків, поворотних платформ і бічних поверхонь стріл екскаваторів, захоплень і майданчиків автовантажувачів, елементів вантажопідіймальних кранів, обойм вантажних гаків та ін.;
- рухомих монтажних пристроїв, їх елементів та елементів вантажозахватних пристосувань, підйомників, рухомих частин монтажних вишок і сходів;
- внутрішніх поверхонь кришок, дверцят, кожухів та інших огорож, закривають місця розташування рухомих вузлів і елементів устаткування, машин, що потребують періодичного доступу для контролю, ремонту, регулювання і т. п.;
- постійних огорож або елементів огорож, що встановлюються на межах небезпечних зон, ділянок: прорізів, ям, котлованів, виносних майданчиків, постійних огорожень сходів, балконів та інших місць, в яких можливе падіння з висоти;

- позначення ємностей і технологічного обладнання, що містять небезпечні або шкідливі речовини;
- позначення площ, які повинні бути завжди вільними на випадок евакуації (майданчиків біля евакуаційних виходів і підходів до них, біля місць підходів до засобів протипожежного захисту, засобів оповіщення, пожежних драбин та ін).

Для будівельно-дорожніх машин і підйомно-транспортного устаткування, які можуть знаходитися на проїжджій частині, допускається застосовувати попереджувальне забарвлення у вигляді черги червоних і білих смуг.

Синій сигнальний колір слід застосовувати:

- для фарбування світлових сигнальних індикаторів та інших сигнальних пристроїв вказівного призначення;
- розпорядчих та вказівних знаків безпеки.

Зелений сигнальний колір необхідно застосовувати:

- для позначення безпеки (безпечних місць, зон, безпечного стану);
- для сигнальних ламп, що сповіщають про допустимі режими роботи обладнання, нормальний стан технологічних процесів тощо;
- позначення шляхів евакуації;
- евакуаційних знаків безпеки і знаків безпеки медичного та санітарного призначення.

Перша домедична допомога в екстремальних ситуаціях

Домедична допомога - це комплекс заходів, спрямованих на поновлення або збереження життя/здоров'я потерпілого, що здійснюється до прибуття медичного працівника. Відомо, що допомогу в різних позаштатних ситуаціях надають спеціальні (як правило, медичні) служби швидкого реагування, особи яких зобов'язують вміти і надавати допомогу їхній професії: лікарі, фармацевти, бортпровідники, поліцейські, співробітники служби надзвичайних ситуацій та інші. Звичайні громадяни можуть не допомагати, якщо не знають, як це робити. Ази першої домедичної варто знати всім, адже саме до приїзду медиків часто спливає дорогоцінний час, коли можна врятувати життя чи не допустити

погіршення стану. Надавати таку допомогу можуть усі, хто пройшов спеціальне навчання (особи, що мають середньо-спеціальну та вищу освіту) та здатні убезпечити постраждалих до приїзду медиків.

Сприятливий наслідок багато в чому залежить від психо-фізіологічних якостей людини, яка знаходиться на місці події, а саме: сили волі, рішучості, зібраності, дисциплінованості, фізичної підготовленості, витривалості тощо. Однак, перелічених якостей не завжди буває достатньо для надання першої допомоги або для рятування потерпілих. При нещасних випадках багато людей неспроможні ефективно допомогти потерпілому, їх безпорадність пояснюється відсутністю спеціальних знань, а також впливом сильних емоційних переживань, викликаних картиною трагедії

Перша допомога включає сукупність простих, доцільних дій, спрямованих на збереження здоров'я та життя потерпілого. По-перше, якщо є потреба і можливість, необхідно винести потерпілого з місця події. По-друге, оглянути ушкоджені ділянки тіла, оцінити стан потерпілого, зупинити кровотечу і обробити ці ділянки. Потім необхідно іммобілізувати переломи і запобігти травматичному шокові.

В Україні діє спеціальний нормативний документ, який регулює порядок надання домедичної допомоги, це наказ міністерства охорони здоров'я від 16.06.2014 № 398 «Про затвердження порядків надання домедичної допомоги особам при невідкладних станах». Згідно до якого існує близько 30 інструкцій для надання такого виду допомоги.

При наданні першої допомоги слід дотримуватися наступних принципів:

- За будь-яких обставин слід перш за все викликати швидку медичну допомогу (103)!
- Усі дії людини, що надає допомогу повинні бути доцільними, обміркованими, рішучими, швидкими та зосередженими.
- Перш за все потрібно оцінити обставини та здійснити заходи з усунення дії ушкоджуючих факторів (витягти з води, палаючого приміщення, або приміщення, де накопичилися гази, погасити палаючий одяг тощо).

- Швидко та правильно оцінити стан постраждалого. Сприятиме цьому прояснення обставин, в яких відбулося травмування або виникло раптове захворювання, часу та місця виникнення ушкодження. Це особливо важливо, якщо постраждалий непритомний. При огляді його встановлюють, живий він чи мертвий, визначають вид та тяжкість травми, наявність кровотечі.
- На підставі огляду постраждалого визначають спосіб та послідовність надання першої допомоги.
- З'ясовують, які засоби необхідні для надання допомоги, виходячи з конкретних умов, обставин і можливостей, та забезпечують ними.
- Надають першу допомогу та готують постраждалого до транспортування.
- Організують транспортування постраждалого у лікувальний заклад.
- Доглядають за постраждалим або хворим до відправлення у лікувальний заклад.
- Перша допомога у максимально доступному обсязі повинна надаватися не тільки на місці пригоди, але й дорогою до лікувального закладу.

Втрата свідомості. Втрата свідомості - це стан, коли потерпілий не реагує ні на що, нерухомий, не відповідає на запитання.

Причини можуть бути різні, але всі вони пов'язані з ураженням центру свідомості - мозку (при травмах, шоці, невивільненні кисню, замерзанні тощо).

Ознаки втрати свідомості виявляються у широкому спектрі симптомів, починаючи від шоку, непритомності, і закінчуючи станом клінічної смерті.

При втраті свідомості велику небезпеку для життя потерпілого становить западання язика і потрапляння блювотних мас в дихальні шляхи, що призводить до їх закупорювання

Допомога. В першу чергу необхідно винести потерпілого з місця події, потім вивільнити дихальні шляхи, покласти на бік. У випадку зупинки дихання і серцебиття треба розпочати оживлення методом штучного дихання і закритого масажу серця. Людину, що втратила свідомість, не можна намагатися напоїти, транспортувати її треба у фіксованому стані на боці

До оживлення входить проведення двох основних процедур: заходів щодо

відновлення дихання (штучне дихання) та серцевої діяльності (зовнішній масаж серця). Тому, хто надає домедичну допомогу треба розрізняти ознаки життя і смерті (табл. 3.2).

Але навіть і при відсутності перелічених ознак до тих пір, поки немає повної впевненості у смерті потерпілого, необхідно надавати йому допомогу в повному обсязі. Смерть складається з двох фаз - клінічної та біологічної. Клінічна смерть триває 4-8 хвилин, але незворотні явища в тканинах ще відсутні. У цей період, поки ще не сталося тяжких уражень мозку, серця та легенів, організм можна оживити. Першими ознаками біологічної смерті є: помутніння рогівки і її висихання, деформація зіниці при здавлюванні, трупне задубіння, трупні синюваті плями.

Таблиця 3.2 – Ознаки життя або смерті

Ознака	Якщо людина жива	В разі смерті
Пульс	Визначається (на шії збоку і вище Адамового яблука притисненням двох пальців)	Не визначається
Серцеві скорочення	Визначаються прослуховуванням грудної клітини	Не визначаються
Дихання	Визначається візуально (за рухом грудної клітини, крил носа, губ). Дзеркало, піднесене до рота - пітніє. Пушинка, тонка нитка, піднесені до рота або носа - коливаються.	Відсутнє
Реакція зіниць на світло	Зіниця вузька, на світло звужується	Зіниця широка, на світло не реагує
Рефлекс рогівки ока	При дотику до рогівки кінчиком носової хустилки - повіки здригаються	Рефлекс відсутній
Помірне перетягування руки вище ліктя	Вени нижче джгута - набухають	Вени без змін

Послідовність дій при наданні домедичної допомоги постраждалим при раптовій зупинці серця не медичними працівниками:

- 1) перед наданням допомоги переконатися у відсутності небезпеки;

2) визначити наявність свідомості - обережно потрясти постраждалого за плече та голосно звернутися до нього, наприклад «З Вами все гаразд? Як Ви себе почуваете?»;

3) якщо постраждалий реагує:

а) якщо постраждалому нічого не загрожує, залишити його в попередньому положенні;

б) з'ясувати характер події, що сталася;

в) викликати бригаду екстреної медичної допомоги;

г) повідомити диспетчеру інформацію про постраждалого відповідно до його запитань та виконати його вказівки;

г) забезпечити нагляд за постраждалим до приїзду бригади екстреної (швидкої) медичної допомоги;

4) якщо постраждалий не реагує:

а) звернутися до осіб, які поряд, за допомогою;

б) якщо постраждалий лежить на животі, повернути його на спину та відновити прохідність дихальних шляхів. Якщо механізмом травми було падіння з висоти, вважати, що у постраждалого є травма в шийному відділі хребта;

в) відновити прохідність дихальних шляхів, визначити наявність дихання за допомогою прийому: «чути, бачити, відчувати». Наявність дихання визначати протягом 10 секунд. Якщо виникли сумніви, що є дихання, вважати, що дихання відсутнє;

5) якщо постраждалий дихає, при відсутності свідомості:

а) перемістити постраждалого в стабільне положення;

б) викликати бригаду екстреної (швидкої) медичної допомоги;

в) забезпечити нагляд за постраждалим до приїзду бригади екстреної (швидкої) медичної допомоги;

б) якщо дихання відсутнє:

а) викликати бригаду екстреної (швидкої) медичної допомоги;

б) розпочати проведення серцево-легеневої реанімації:

- виконати 30 натискань на грудну клітку глибиною не менше 5 см (не більше 6 см), з частотою 100 натискань (не більше 120) за хвилину;
- виконати 2 вдихи з використанням маски-клапану, дихальної маски тощо. При відсутності захисних засобів можна не виконувати штучне дихання, а проводити тільки натискання на грудну клітку. Виконання двох вдихів повинно тривати не більше 5 секунд;
- після двох вдихів продовжити натискання на грудну клітку відповідно до наведеної схеми у цьому підпункті;

7) змінювати особу, що проводить натиснення на грудну клітку, кожні 2 хвилини;

8) припинити проведення серцево-легеневої реанімації до прибуття бригади екстреної (швидкої) медичної допомоги при відновленні у постраждалого дихання, рухової активності.

Шок. Причини - сильний біль, втрата крові, утворення у пошкоджених тканинах шкідливих продуктів, що призводять до виснаження захисних можливостей організму, внаслідок чого виникають порушення кровообігу, дихання, обміну речовин. Ознаки - блідість, холодний піт, розширені зіниці, короткочасна втрата свідомості (знепритомлення), посилене дихання і пульс, зниження артеріального тиску.

Допомога. Запобіганням розвитку шоку є своєчасна і ефективна допомога, яка надається при будь-якому пораненні. Якщо шок посилюється, необхідно надати першу допомогу, яка відповідає виду поранення (наприклад, зупинити кровотечу, іммобілізувати переломи тощо). Потім потерпілого закутують у ковдру, кладуть у горизонтальне положення з дещо опущеною головою. У разі спраги, коли немає пошкоджень внутрішніх органів, дають пити воду. Заходами, що перешкоджають виникненню шоку, є: тиша, тепло (але не перегрівання), зменшення болю, пиття рідини.

Струс мозку. Причини - травматичне пошкодження тканин і діяльності

мозку внаслідок падіння на голову, при ударах і забитті голови. При цьому можуть виникати дрібні крововиливи і набряк мозкової тканини. Ознаки - моментальна втрата свідомості, яка може бути короткочасною або тривати кілька годин. Можуть спостерігатися порушення дихання, пульсу, нудота, блювання.

Допомога. Для запобігання удушенню потерпілого у несвідомому стані від западання язика або блювотних мас, його кладуть на бік або на спину, при цьому голова має бути повернутою вбік. На голову кладуть охолоджувальні компреси, при відсутності або порушенні дихання проводять штучне оживлення. Потерпілого ні в якому разі не можна намагатися напоїти!

Кровотечі.

Кровотеча - це витікання крові з судин, що настає найчастіше в результаті їхнього ушкодження. При кровотечах головна небезпека пов'язана із втратою крові й виникненням у зв'язку із цим гострого недостатнього кровопостачання тканин. Недостатнє постачання органів киснем викликає порушення їхньої діяльності; у першу чергу це стосується мозку, серця й легенів.

Ознаки - артеріальна кровотеча характеризується яскраво-червоним кольором крові, кров б'є фонтанчиком, при капілярній кровотечі вона виділяється краплями, венозна кров має темно-червоне забарвлення. Найбільш небезпечною є артеріальна кровотеча.

Допомога. Для того щоб зупинити кровотечу, треба: підняти поранену кінцівку; рану з кровотечею закрити перев'язочним матеріалом, який перед тим складається у грудку (подушечку), та придавити зверху, не торкаючись пальцями самої рани; у такому положенні, не відпускаючи пальці, тримати протягом 4-5 хвилин; якщо кровотеча зупиниться, то, не знімаючи накладеного матеріалу, поверх нього треба накласти ще подушечку з іншого пакету або ж шматок вати та забинтувати поранене місце; при сильній артеріальній кровотечі, якщо вона не зупиняється пов'язкою, треба використати здавлювання кровоносних судин, які живлять поранену ділянку за допомогою згину кінцівки

у суглобах, а також пальцями, джгутом або закруткою.

Джгут накладають вище місця кровотечі. Під джгут підкладають шар марлі, щоб не пошкодити шкіру і нерви, і вставляють записку із зазначенням часу його накладання. Тривалість використання джгута обмежується двома годинами. Якщо протягом цього періоду немає можливості забезпечити додаткову допомогу, то через 1,5-2 години джгут на кілька хвилин відпускають до почервоніння шкіри, кровотечу при цьому зменшують іншими методами (наприклад, здавлюючим тампоном), а потім знову затягують джгут.

Кровотеча з судин нижньої частини обличчя зупиняється притисненням щелепної артерії до краю нижньої щелепи.

Кровотеча з рани скроні та лоба зупиняється притисненням артерії спереду вуха.

Кровотечу з великих ран голови та шиї можна зупинити притисканням сонної артерії до шийних позвонків.

Кровотеча з ран на передпліччі зупиняється притисненням плечової артерії посередині плеча.

Кровотеча з ран кисті та пальців рук зупиняється притисненням двох артерій у нижній третині передпліччя у кисті.

Кровотеча з ран нижніх кінцівок зупиняється притисненням стегневої артерії до кісток тазу.

Кровотечу з ран на стопі можна зупинити притисненням артерії яка проходить по тильній частині стопи.

Капілярна кровотеча зупиняється давлючою пов'язкою.

Перша допомога при внутрішніх кровотечах. Потерпілого укладають у напівсидячому положенні із зігнутими в колінах ногами. На черевну область кладуть холодний компрес. Потерпілому не можна пити та їсти. Необхідний повний спокій. При кровотечах із травного тракту необхідно термінове хірургічне втручання.

Перша допомога при внутрішньочеревних кровотечах. Потерпілого укладають у напівсидячому положенні із зігнутими в колінах ногами, на

область живота кладуть холодний компрес. Не можна давати пити і їсти. Необхідно забезпечити негайне транспортування хворого в лікувальну установу.

Перша допомога при кровотечах у плевральну порожнину. При кровотечі в плевральну порожнину дихання утруднене, при значній кровотечі потерпілий задихається. Його укладають у напівсидячому положенні із зігнутими нижніми кінцівками, на грудну клітку кладуть холодний компрес. Хворий потребує термінової госпіталізації.

Відмороження. Виникає тільки при тривалій дії холоду, при дотиканні тіла до холодного металу на морозі, із зрідженим і стисненим повітрям або сухою вуглекислою, при підвищенні вологості і сильному вітрі при не дуже низькій температурі повітря (навіть близько 0°C). Сприяє відмороженню загальне ослаблення внаслідок голодування, втоми або захворювання. Найчастіше відморожуються пальці ніг і рук, а також ніс, вуха, щоки.

Розрізняють чотири ступені відмороження тканин: I - почервоніння і набряк; II - утворення пухирів; III - омертвіння шкіри і утворення струпа; IV - омертвіння частини тіла.

Допомога. Розтирання і зігрівання на місці події. Бажано помістити потерпілого біля джерела тепла (наприклад, біля вогнища) і тут продовжувати розтирання. Краще розтирати відморожену частину спиртом, горілкою, одеколоном, а якщо їх немає, то м'якою рукавицею, хутровим коміром. Не можна розтирати снігом. Після порожевіння відморожене місце витирають досуха, змочують спиртом, горілкою або одеколоном і утеплюють ватою або тканиною.

Перегрівання. Настає внаслідок тривалого перебування на сонці без захисного одягу, при фізичному навантаженні у нерухомому вологому повітрі. Легкий ступінь - загальна слабкість, недомагання, запаморочення, нудота, підвищена спрага, шкіра обличчя червона, вкрита потом, пульс і дихання прискорюються, температура тіла 37,5-38,9 °C. Середній ступінь (температура тіла 39-40°C) - сильний головний біль, різка м'язова слабкість, миготіння в очах,

шум у вухах, болі в ділянці серця, виражене почервоніння шкіри; сильне потовиділення, посиніння губ, прискорення пульсу до 120-130 уд./хв., часте і поверхнєве дихання. Тяжчі ступені перегрівання тіла кваліфікуються по-різному: якщо температура повітря висока і його вологість підвищена, говорять про тепловий удар, якщо довго діяли сонячні промені - про сонячний удар. При цьому температура тіла піднімається вище 40°C, непритомність і втрата свідомості, шкіра потерпілого стає сухою, у нього починаються судоми, порушується серцева діяльність, може спостерігатися мимовільне сечовиділення, припиняється дихання.

Допомога. Треба покласти потерпілого в тінь або в прохолодне місце, обмити його, облили прохолодною водою. На голову, шию, ділянку серця покласти холодний компрес, дати прохолодне пиття, піднести до носа ватку, змочену нашатирним спиртом. Якщо різко порушується серцева діяльність, зупиняється дихання, треба налагодити штучне дихання.

Термічні опіки. Виникають при дії високої температури (полум'я, попадання на шкіру гарячої рідини, розжарених предметів тощо). Ознаки - залежно від тяжкості розрізняють чотири ступеня опіку: I - почервоніння шкіри і її набряк; II - пухирі, наповнені жовтуватою рідиною; III - утворення некрозу шкіри (струпів); IV - обвуглення тканин. При великих опіках виникає шок!

Допомога. Необхідно швидко вивести або винести потерпілого з зони вогню. При опіках I ступеня треба промити уражені ділянки шкіри антисептичними засобами, потім обробити спиртом-ректифікатом. До обпечених ділянок не можна доторкуватися руками, не можна проколювати пухирі і відривати прилиплі до місць опіку шматки одягу, не можна накладати мазі, порошки. Опікову поверхню накривають чистою марлею. Якщо опеченого морозить, треба зігріти його: укрити, дати багато пиття.

Хімічні опіки. Виникають внаслідок дії на дихальні шляхи, шкіру і слизові оболонки концентрованих неорганічних та органічних кислот, лугів, фосфору, інших речовин. При згоранні або вибухах хімічних речовин утворюються термохімічні опіки. Ознаки: за глибиною ураження тканин хімічні опіки

поділяються на чотири ступені: I - чітко виражене почервоніння шкіри, легкий набряк, що супроводжується болем і почуттям печії; II - великий набряк, утворення пухирів різного розміру і форми; III - потемніння тканин або побіління через кілька хвилин, годин. Шкіра припухає, виникають різні болі; IV - глибоке омертвіння не лише шкіри, а і підшкірної жирової клітковини, м'язів, зв'язкового апарату суглобів.

Допомога. Якщо одяг потерпілого просочився хімічною речовиною, його треба швидко зняти, розрізати чи розірвати на місці події. Потім механічно видаляють речовини, що потрапили на шкіру, енергійно змивають їх струменем води не менш як 10-15 хвилин, поки не зникне специфічний запах.

Ураження електричним струмом. Причина - робота з технічними електричними засобами, пряме дотикання до провідника або джерела струму і непряме - за індукцією.

Допомога. Треба негайно відірвати потерпілого від провідника або джерела електричного струму, дотримуючись обережності. Для цього треба швидко відключити електроустановку. Якщо це неможливо, то при $U < 1000\text{В}$ можна перерубати сокирою з дерев'яною ручкою провідник або відтягнути потерпілого від нього за сухий одяг або відкинути дрід дерев'яною палкою. При відсутності свідомості, дихання, пульсу необхідно терміново почати оживлення (штучне дихання, прямий масаж серця) до повного відновлення функцій, напоїти великою кількістю води, чаю, потім створити тепло.

Ураження блискавкою. Ознаки, подібні до ознак ураження електричним струмом і явищ електроопіку.

Допомога. Дії аналогічні діям при ураженні електричним струмом. Закопувати потерпілого в землю не можна: грудна клітина, здавлена землею, не може розширюватись, навіть коли з'являється самотійне дихання

Вивих - це зміщення кісток за межі їх нормальної рухомості, розрив суглобової сумки і зв'язок.

Причини: сильні удари в область суглоба, різкі рухи в суглобі. Часто вивихи поєднуються з переломами.

Ознаки: біль в суглобі, втрата звичайної рухливості в суглобі, вимушене положення кінцівки, зміна форми кінцівки в суглобі.

Допомога: як найшвидше доставити потерпілого до медзакладу, де йому вправлять суглоб. На час транспортування зафіксувати уражений суглоб за допомогою шини. **Вивих самостійно не вправляти!**

Розтягування зв'язок та їх розрив найчастіше буває в області гомілковостопного суглоба.

Ознаки: гострий, різкий біль, обмежена рухливість, припухлість в області суглоба (крововилив в порожнину суглоба).

Допомога: холод на місце ушкодження і припухливості, стискаюча пов'язка, накладання транспортної шини.

Переломи - це порушення цілісності кісток. Розрізняють: закриті, коли не відбувається пошкодження шкіри, та відкриті - коли шкіра розірвана кісткою.

Ознаки: біль, неможливість рухів, зміна форм кінцівки, крововиливи, патологічна рухливість кістки в області перелому. Часто підвищується температура тіла.

Допомога: повний спокій (нерухомість) пошкодженої частини за допомогою іммобілізаційної транспортної шини. Їх можна зробити з будь-яких матеріалів, а в крайньому випадку, прибинтувати нижні кінцівки одна до одної, а верхні - до тулуба. Шини найкраще накладати на голе тіло, але можна і поверх одягу. Уразі відкритого перелому навколо рани змазують йодом і накладають стерильну пов'язку і потім - шину. А далі транспортування в медичний заклад.

Перелом черепа. При падінні на голову або при ударі по голові, що викликало запаморочення, кровотечу з вух або рота, є всі підстави припустити наявність перелому черепа.

Допомога. У цьому випадку необхідно прикладати до голови холодні предмети (гумовий пузир з льодом або холодною водою, холодні примочки тощо).

Перелом хребта. Може статися при падінні з висоти або при обвалах

(різка біль у хребті, неможливість зігнути спину та повернутися).

Допомога. Обережно, не піднімаючи потерпілого, підсунути під нього дошку або повернути потерпілого на живіт обличчям донизу та суворо слідкувати за тим, щоб при повороті або підйомі потерпілого тулуб його не перегинався (щоб уникнути пошкодження спинного мозку).

Перелом та вивих кісток рук. Ознаки - біль у напрямку кістки, неприродна форма кінцівки, рухомість у місці, де немає суглоба (при наявності перелому), припухлість.

Допомога. Накласти шини, якщо шин не виявилось, то, як і при переломі ключиці, руку слід підвісити на хустинці до шиї, а потім прибинтувати її до тулуба, але вже нічого не підкладати у підм'язове заглиблення. Якщо рука (при вивиху) відходить від тулуба, між рукою та тулубом слід підкласти щось м'яке (наприклад, згорток з одягу тощо).

Перелом ребер. Ознаки - біль при диханні, кашлі при русі

Допомога. Щільно перебинтувати груди або стягнути їх рушником під час видиху.

Надання першої допомоги при утопленні. При справжньому (мокрому) утопленні рідина обов'язково потрапляє в легені (75-95% всіх утоплень). При рефлекторному звуженні голосової щілини (сухе утоплення) вода не потрапляє в легені і людина гине від механічної асфіксії (5-20% утоплень).

Допомога. Рятувати утопленника треба швидко, бо смерть настає через 2-4 хвилин після утоплення. Підпливши до потопаючого ззаду, треба взяти його під пахви так, щоб голова була над водою, повернута обличчям догори, і пливти з ним до берега. Потім якнайшвидше треба очистити порожнину рота і глотки утопленого від слизу, мулу та піску, швидко видалити воду з дихальних шляхів: перевернути потерпілого на живіт, перегнути через коліно, щоб голова звисала вниз, і кілька разів надавити на спину. Після цього потерпілого перевертають обличчям до гори і починають робити оживлення.

Перша допомога при отруєнні хімічними речовинами. У випадках, коли кислота попадає в організм людини, з'являється опік на губах. Слизова

оболонка порожнини рота здобуває білі кольори, потерпілий скаржить на сильний біль шлункового тракту, голос стає хриплим, з'являється задишка, може наступити колапс. Перша допомога при отруєнні кислотами полягає в промиванні шлунка великою кількістю води з додаванням магnezії (30г на 200 мл води), рясному питві зі шматочками льоду. Добре давати постраждалому молоко, сирий яєчний білок, відвар лляного насіння, соняшникове масло.

Якщо усередину потрапила лужна речовина, виникає опік слизової; з'являються блювота маслянистими масами чорних кольорів, сильне слиновиділення, біль у роті, глотці й стравоході, ковтання порушується.

Насамперед необхідно промити шлунок підкисленою водою (100 мл розчину оцту на 1л води) до припинення блювоти. Потерпілому дають пити у великих кількостях молоко, лимонний й апельсиновий сік, 1% розчин лимонної або оцтової кислоти зі шматочками льоду.

У випадку потрапляння парів бензину в органи дихання людини з'являються головні болі, запаморочення, слабкість, нудота, блювота, судороги, ослаблення дихання.

Постраждалого варто негайно винести на свіже повітря; якщо подих ослаблений, то треба відразу ж приступити до штучного дихання. Доцільно викликати у потерпілого блювоту.

При контактi із ртуттю виникають отруєння, що проявляються ушкодженням печінки, нирок і кишечника. Потерпілий відчуває пекучий біль у шлунку, спостерігаються блювота, інтенсивний кривавий понос, зменшується виділення сечі. Потерпілому необхідно дати активоване вугілля, сирий яєчний білок, молоко і негайно транспортувати у лікувальну установу.

Перша допомога при отруєннях наркотичними засобами. Алкоголь вживається у вигляді етилового спирту, який міститься в спиртних напоях, а також у вигляді метилового спирту (денатурату).

Смертельна доза етилового спирту - 7 - 8 г на 1 кг ваги людини. Але отруєння етиловим спиртом викликають і більш низькі дози. Алкоголь, діючи на судини, розширює їх, завдяки чому виникає відчуття тепла; крім того, він

викликає порушення слизової оболонки шлунка. Найбільший вплив спирт здійснює на мозок. Людина, що перебуває у важкій стадії сп'яніння, засинає; сон переходить у несвідомий стан і у результаті настає параліч центрів дихання і кровообігу та може наступити смерть.

Доза 10 мл метилового спирту може виявитися смертельною. Через 10 - 12 годин після вживання виникають головні болі, запаморочення, біль у животі і очах, блювота, порушується зір, розвивається сліпота. Далі настає втрата свідомості і смерть.

Отруєного алкоголем варто винести на свіже повітря, викликати в нього блювоту, при припиненні дихальної діяльності треба робити штучне дихання. Якщо свідомість збережена, корисно дати випити чорної кави.

Нікотин - це отрута, що міститься в тютюнових листах і впливає на вегетативну нервову систему, на мозок. Смертельна разова доза становить 0,05 г. Отруєння нікотином може спостерігатися не тільки у початківців, але і у курців зі стажем. Проявляється це слабкістю, слинотечею, нудотою, блювотою. Зіниці при цьому звужені, пульс уповільнений. Постраждалого варто напоїти чорною кавою, вивести на свіже повітря.

Перша допомога при отруєннях лікарськими препаратами. Болезаспокійливі і жарознижуючі засоби. До цих засобів насамперед відносяться бутадіон, промедол, анальгін і т.п. Дія цих ліків викликає гальмування діяльності центральної нервової системи, значне потіння, сонливість і глибокий сон, що може перейти в несвідомий стан.

При наданні першої допомоги велику роль відіграє швидкість доставки потерпілого в лікувальну установу; у випадках порушення дихання і серцевої діяльності варто негайно почати робити штучне дихання.

Снотворні засоби. Вживання великих доз гексобарбітала, фенобарбітала, циклобарбітала і інших снотворних засобів викликає глибоке гальмування мозкової діяльності; настає сон, з якого потерпілий більше не приходить у себе, розвивається параліч дихального центру і центру кровообігу. Смерть настає в результаті зупинки серця і паралічу дихальних м'язів. Першими

ознаками отруєння є почуття втоми, слабкість і сонливість. У важкій стадії отруєння спостерігаються хрипіння, нерівномірний ритм дихання, синюшність шкірних покривів.

Перша допомога аналогічна зазначеній вище. Якщо потерпілий у свідомості, у нього викликають блювоту.

Отруєння наркотичними речовинами проявляється запамороченням, глибоким сном, навіть втратою свідомості, порушенням дихання, звуженням зіниць. При наданні першої допомоги, насамперед, варто провести штучне дихання; якщо свідомість збережена, потерпілого рекомендується напоїти чорною кавою і швидко доставити в лікувальну установу.

Завдання для практичної роботи

Завдання 3.1. Ознайомитись з призначенням та умовами застосування сигнальних кольорів, знаків безпеки на виробництві. Привести приклади знаків безпеки (по 2-3 знаки з кожної групи) за ДСТУ EN ISO 7010:2019. Запропонувати місця встановлення знаків безпеки.

Завдання 3.2. Ознайомитись з основними правилами надання першої домедичної допомоги потерпілим. Навчитись розрізняти за зовнішніми ознаками ступінь можливих пошкоджень організму людини. Згідно до варіанту навести стратегію надання першої домедичної допомоги потерпілому.

Варіант 1. Травма голови від гострого предмета. Рана кровоточить. Потерпілий марить.

Варіант 2. Падіння з висоти. Сильний біль в руці та нозі. Наявні декілька гематом на голові та рана, що кровотече.

Варіант 3. Ушкодження рук гострим різальним інструментом. Сильна венозна кровотеча. Шок

Варіант 4. Хімічний опік обличчя. Неглибокі рани на тілі в результаті падіння. Втрата свідомості

Варіант 5. Утоплення. Потерпілий без ознак дихання.

Варіант 6. Термічний опік обох ніг, з'явилися пухирі. Відсутність свідомості. Сильний біль.

Варіант 7. Отруєння чадним газом. Дихальна діяльність пригнічена.

Варіант 8. Потерпілий випадково випив кислоту. Затримка дихання.

Варіант 9. Отруєння випаровуваннями луку. Втрата свідомості і падіння постраждалого зі стільця результаті чого утворилось багато поверхневих ран на голові та тілі.

Варіант 0. Відмороження ніг. Відсутність чутливості пальців ніг. Сильний біль.

Висновки: зробити висновки за кожним завданням роботи.

Контрольні запитання

1. Що таке знаки безпеки?
2. Які категорії знаків безпеки існують?
3. Що сигнальні кольори? Види сигнальних кольорів?
4. Приклади використання сигнальних кольорів?
5. Які ознаки життя (смерті) людини?
6. Правила виконання непрямого масажу серця?
7. Яка перша домедична допомога при кровотечах?
8. Яка перша домедична допомога при переломах, відмороженнях?
9. Яка перша домедична допомога при хімічних, термічних опіках?
10. Яка перша домедична допомога при утопленні, шоківих станах?

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТРЯ РОБОЧОЇ ЗОНИ

Мета роботи: навчитись оцінювати стан повітря робочої зони за значеннями параметрів мікроклімату, рівнем забрудненості, навчитись розраховувати необхідний для нормалізації повітря робочої зони повітрообмін.

Короткі теоретичні відомості

Виробниче приміщення – замкнутий простір в спеціально призначених будинках та спорудах, в яких постійно (по змінах) або періодично (протягом частини робочого дня) здійснюється трудова діяльність людей.

У виробничому приміщенні розрізняють:

– робочу зону – простір, в якому знаходяться робочі місця постійного або непостійного (тимчасового) перебування працівників;

– робоче місце – місце постійного або тимчасового перебування працюючого в процесі трудової діяльності;

– постійне робоче місце – місце, на якому працюючий знаходиться понад 50% робочого часу або більше 2-х годин безперервно. Якщо при цьому робота здійснюється в різних пунктах робочої зони, то вся ця зона вважається постійним робочим місцем;

– непостійне робоче місце – місце, на якому працюючий знаходиться менше 50% робочого часу або менше 2-х годин безперервно.

Мікроклімат виробничих приміщень – умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

Показниками, що характеризують мікроклімат, є: температура повітря (°C), відносна вологість повітря (%), швидкість руху повітря (м/сек.), інтенсивність теплового випромінювання (Вт/м²).

Вимірювання параметрів мікроклімату проводяться на робочих місцях і в робочій зоні на початку, в середині та в кінці робочої зміни. У випадку коливань мікрокліматичних умов, пов'язаних з технологічним процесом та іншими причинами, вимірювання проводяться з урахуванням найбільших і найменших величин термічних навантажень протягом робочої зміни. Вимірювання здійснюються не менше 2-х разів на рік (теплий та холодний періоди року) у порядку поточного санітарного нагляду, а також при введенні в експлуатацію нового технологічного устаткування, внесенні технічних змін в конструкцію діючого устаткування, організації нових робочих місць тощо.

Вимірювання параметрів мікроклімату на робочих місцях проводяться на висоті 0,5-1,0 м від підлоги – при роботі сидячи та 1,5 м від підлоги при роботі стоячи.

Вимірювання температури повітря у виробничому приміщенні здійснюється звичайними ртутними термометрами. За наявності джерела теплового випромінювання застосовують парний термометр – два термометри, у яких резервуар одного затемнений (чорною фарбою), а іншого – посріблений. Дійсну температуру повітря в цьому випадку визначають за формулою:

$$T = T_C - K(T_C - T_3) \quad (4.1)$$

де T_C – показник посрібленого термометра, °C;

T_3 – показник затемненого термометра, °C;

K – константа приладу (наводиться у паспорті або інструкції до приладу).

Вимірювання відносної вологості повітря проводять за допомогою психрометрів. Найбільш поширеними видами психрометрів є психрометр Августа (без вентилятора) і аспіраційний психрометр Ассмана (з вентилятором).

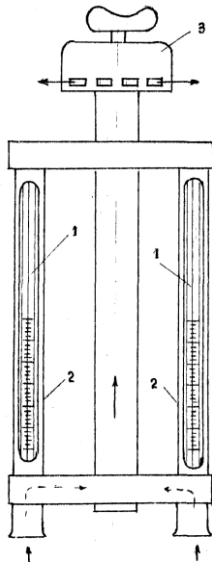


Рисунок 4.1 – Аспіраційний психрометр

Психрометр Августа складається з двох звичайних ртутних термометрів. Ртутна кулька одного з них обгорнута марлею, кінець якої у вигляді нещільного джгуту занурюють у резервуар з чистою водою. Цей термометр називається вологим, інший сухим. При випаровуванні води з поверхні марлі ртуть вологого термометру охолоджується, тому вологий термометр завжди показує більш низьку температуру, чим сухий. Випаровування відбувається тим інтенсивніше, чим більш сухе повітря і більше швидкість його руху. За показаннями термометрів і таблиці (таблиця 4.1), яка додається до психрометра Августа, визначають відносну

вологість повітря.

Точність показань психрометра підвищується, якщо резервуари термометрів обдуваються повітрям, яке рухається з певною швидкістю, як у аспіраційному психрометрі (рисунок 4.1), в якому є два ртутних термометри (1), закріплені в металічній оправі і вміщені в захисні металічні труби (2), які сполучені загальним повітропроводом з вентилятором (3), що знаходиться в голівці приладу.

Відносну вологість можна розрахувати за формулою:

$$W = \frac{\{P_B - \alpha(T_C - T_B) \times H\} \times 100}{P_C}, \% \quad (4.2)$$

де P_B і P_C – пружність насиченої водяної пари відповідно за температури вологого і сухого термометрів (таблиця 4.2);

H – барометричний тиск, мм.рт. ст.;

α – психрометричний коефіцієнт, який залежить від швидкості руху повітря (таблиця 4.3);

T_B і T_C – температура відповідно вологого і сухого термометрів, °С.

Таблиця 4.1 – Значення відносної вологості повітря за показниками психрометра Августа

T_C	Різниця показників температури за сухим і вологим термометром ΔT												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	81	64	46	29	13	–	–	–	–	–	–	–	–
3	84	69	54	40	25	12	–	–	–	–	–	–	–
6	87	73	60	47	35	23	11	–	–	–	–	–	–
9	88	76	65	53	42	32	22	12	3	–	–	–	–
12	89	78	68	58	48	38	30	21	12	4	–	–	–
15	90	80	71	62	53	44	36	28	20	13	4	–	–
18	90	82	73	65	57	49	42	35	27	20	13	6	–
21	91	83	75	67	60	53	46	39	32	26	19	13	7
24	92	85	77	70	63	56	49	43	37	31	26	21	16
27	93	86	79	72	65	59	53	47	41	36	31	26	21
30	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	35	30	25
33	93	86	80	74	68	63	57	52	47	42	37	33	28
36	93	87	81	75	70	64	57	54	50	45	41	36	31
39	94	88	82	76	71	66	61	56	52	47	43	39	35

Таблиця 4.2 – Пружність насичених водяних парів при різній температурі повітря

Температура, °С	Пружність парів, мм.рт. ст..	Температура, °С	Пружність парів, мм.рт. ст..	Температура, °С	Пружність парів, мм.рт. ст..
10	9,14	18	14,93	26	24,96
11	9,77	19	16,32	27	26,47
12	10,43	20	17,36	28	28,07
13	11,14	21	18,47	29	29,74
14	11,88	22	19,63	30	31,51
15	12,67	23	20,86	31	32,37
16	13,51	24	22,06	32	35,32
17	14,40	25	23,52	33	37,37

Таблиця 4.3 – Психрометричний коефіцієнт α

$V, \text{ м/с}$	0,13	0,16	0,20	0,30	0,40	0,80	2,30	4,00
α	0,0013	0,0012	0,0011	0,010	0,0009	0,0008	0,0007	0,00067

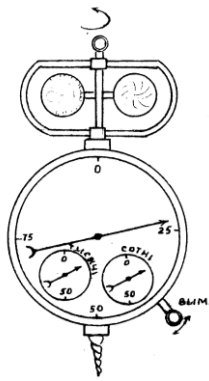


Рисунок 4.2 – Чашковий анемометр

Вимірювання швидкості руху повітря здійснюється анемометрами. У виробничій практиці застосовують два типи анемометрів – чашковий (рисунок 4.2) та крильчастий.

Чашковий анемометр дозволяє робити заміри швидкості руху повітря від 1 до 20 м/с, крильчастий застосовується при замірах швидкості від 0,5 до 5 м/с.

Вимірювання атмосферного тиску здійснюють барометром-анероїдом. Дія його заснована на здатності мембранної анероїдної коробки деформуватися при зміні атмосферного тиску. Лінійні переміщення мембрани перетворюються передаючим важільним механізмом у кутові переміщення стрілки приладу. Шкала градуйована у міліметрах ртутного стовпчика або у Па.

Відповідно до санітарних норм ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень” норми мікроклімату виробничих приміщень можуть бути оптимальними і допустимими.

Оптимальні мікрокліматичні умови – це такі параметри мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активації терморегуляції. Вони забезпечують стан теплового комфорту і створюють умови для високого рівня працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови – це такі показники мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко зникають і нормалізуються; вони супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому може виникнути деяке зниження працездатності, але пошкодження або порушення здоров'я у людини це не викликає.

Нормування параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях проводять згідно ДСН 3.3.6.042–99 в залежності від періоду року та категорії робіт за енерговитратами (таблиця 4.4).

Для нормування параметрів мікроклімату календарний рік поділяється на два періоди:

– холодний період – період року, коли середньодобова температура зовні приміщення нижча за +10 °С;

– теплий – середньодобова температура зовні приміщення становить +10 °С і вище.

За важкістю та енерговитратами роботи класифікують на такі категорії:

I категорія – легка, роботи, що виконуються сидячи (I а), стоячи, або пов'язані із ходьбою, але не потребують систематичного напруження або піднімання та перенесення вантажів (I б); енерговитрати за таких робіт відповідно складають 105...140 Дж/с (I а) та 138...174 Дж/с (I б). Це роботи користувачів комп'ютерів, основні процеси точного приладобудування.

II категорія – роботи середньої важкості, що виконуються сидячи, стоячи, або пов'язані із ходьбою, але не потребують перенесення вантажів (II а) та роботи, пов'язані із ходьбою і перенесенням вантажів вагою до 10 кг (II б); енерговитрати відповідно складають 175...232 Дж/с (II а) та 232...290 Дж/с (II б). Це роботи у механоскладальних, механічних цехах.

III категорія – важкі роботи, пов'язані з перенесенням вантажів, вагою понад 10 кг і систематичним напруженням; енерговитрати – більше 290 Дж/с. Це роботи у ковальських цехах з ручною ковкою, немеханізовані роботи у ливарних цехах тощо.

Оптимальні умови мікроклімату, як правило, досягаються за умов використання промислових кондиціонерів. Оптимальні параметри мікроклімату повинні підтримуватись в приміщеннях, пов'язаних з виконанням нервово-емоційних робіт, що потребують підвищеної уваги (диспетчерські, приміщення, де працюють із комп'ютерами, кабінети діагностики, пульти управління технологічними процесами, хімічні лабораторії, бухгалтерії, конструкторські

бюро і т.д.). Для таких робіт оптимальна температура повітря – +22 – +24°C; його відносна вологість – 40 – 60%; швидкість руху – не більше 0,1 м/сек. Перелік інших виробничих приміщень, у яких повинні вимагатись оптимальні норми мікроклімату, визначається галузевими документами, погодженими із органами санітарного нагляду у встановленому порядку.

Допустимі значення показників мікроклімату встановлюються у випадках, коли за технологічними вимогами, технічними та економічними причинами не можна забезпечити оптимальні норми.

Виміри показників мікроклімату повинні проводитись на початку, в середині і в кінці холодного і теплого періодів року, не менше трьох разів за робочу зміну. При коливаннях показників мікроклімату, пов'язаних з технологічними процесами та іншими причинами, виміри необхідно проводити також при найменших і найбільших значеннях термічних навантажень на працюючих, що мають місце протягом робочої зміни.

Температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря вимірюють на висоті 1,0 м (для сидячих робіт) і 1,5 м (для робіт, що виконуються стоячи) від підлоги, або робочого майданчика.

Таблиця 4.4 – Допустимі значення показників мікроклімату робочої зони

Період року	Категорія робіт	Температура, °C				Відносна вологість W, % постійні і непостійні р.м.	Швидкість руху повітря V, м/с постійні і непостійні р.м
		Верхня межа		Нижня межа			
		постійне р.м.*	непостійне р.м.*	постійне р.м.	непостійне р.м.		
Холодний	Ia	25	26	21	18	75	не більше 0,1
	Iб	24	25	20	17	75	не більше 0,2
	IIa	23	24	17	15	75	не більше 0,3
	IIб	21	23	15	13	75	не більше 0,4
	III	19	20	13	12	75	не більше 0,5
Теплий	Ia	28	30	22	20	55 за 28°C	0,1-0,2
	Iб	28	30	21	19	60 за 27°C	0,1-0,3
	IIa	27	29	18	17	65 за 26°C	0,2-0,4
	IIб	27	29	15	15	70 за 25°C	0,2-0,5
	III	26	28	15	13	75 за 24°C	0,5-0,6

Для створення здорових і безпечних умов праці на робочому місці, крім підтримання встановлених санітарними нормами оптимальних або допустимих значень температури, відносної вологості, швидкості руху повітря, необхідно також забезпечити чистоту повітря робочої зони. Для цього необхідно мати

гігієнічне нормування шкідливих речовин, надійні способи визначення їх концентрації у повітрі і сучасне технічне та організаційне забезпечення їх знешкодження.

Отруєння шкідливими речовинами можливе тільки за їх концентрації в повітрі робочої зони, що перевищує певну межу – гранично допустиму концентрацію (ГДК). Вимірюється ГДК у мг/м³. Перелік ГДК шкідливих речовин в повітрі робочої зони наводиться у ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів та ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва

При одночасному знаходженні в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин односпрямованої дії, близьких за хімічним складом і характером біологічної дії на організм людини, для визначення можливості працювати в цій зоні користуються такою залежністю:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1, \quad (4.3)$$

де C_n – концентрації шкідливих речовин у повітрі, мг/м³;

$ГДК_n$ – гранично допустимі концентрації відповідних шкідливих речовин, мг/м³.

Визначення необхідного повітрообміну у випадку загальнообмінної вентиляції в залежності від конкретних умов може бути визначений різними способами.

Розрахунок необхідного повітрообміну за відсутності шкідливих речовин (шкідливі речовини, волога, надлишки тепла) проводиться за формулою:

$$L_s = n \cdot L, \quad (4.4)$$

де n – кількість працюючих;

L – витрата повітря на одного працюючого, м³.

Об'єм приміщення на одного працюючого має бути $V \geq 15 \text{ м}^3$, а площа виробничого приміщення $S \geq 4,5 \text{ м}^2$. Для користувачів комп'ютерної техніки: $V \geq 20 \text{ м}^3$, $S \geq 6 \text{ м}^2$.

При об'ємі приміщення на одного працюючого $V < 20 \text{ м}^3$, необхідний повітрообмін повинен становити $L \geq 30 \text{ м}^3/\text{год}$ на одного працюючого; при $V > 20 \text{ м}^3$ – $L \geq 20 \text{ м}^3/\text{год}$; при $V > 40 \text{ м}^3$ допускається природна вентиляція.

Якщо в приміщення виділяються шкідливі речовини у вигляді пару, газу, пилу, то розрахунок повітрообміну $L \text{ м}^3/\text{год}$, виконують за формулами:

– за кількістю шкідливих речовин

$$L_3 = L_{p.z.} + \frac{M - L_{p.z.} (C_{p.z.} - C_n)}{(C_{вид} - C_n)}, \quad (5.5)$$

де $L_{p.z.}$ – кількість повітря, що видаляється із робочої зони місцевими відсмоктувачами, загально-обмінною вентиляцією або на технологічні потреби $\text{м}^3/\text{год}$; при густині повітря $\rho = 1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$;

M – кількість шкідливих речовин, що надходить в приміщення, $\text{мг}/\text{год}$;

$C_{p.z.}$, $C_{вид}$, C_n – відповідні концентрації шкідливих речовин в повітрі, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Якщо $L_{p.z.} = 0$, тобто з робочої зони не відсмоктується повітря, то наведена формула 4.4 спрощуються. Наприклад, повітрообмін за кількістю шкідливих речовин тоді можна розрахувати:

$$L_3 = \frac{M}{C_{p.z.} - C_n}. \quad (4.6)$$

Під час розрахунків приймаємо $C_{p.z.} = ГДК$. Вміст шкідливих речовин в повітрі, яке надходить у виробниче приміщення не повинен перевищувати 0,3 ГДК.

При одночасному виділенні у повітря робочої зони приміщення кількох шкідливих речовин неюдноспрямованої дії повітрообмін приймають за тією шкідливою речовиною, для якої за розрахунком, необхідний більший повітрообмін.

У випадку одночасного виділення кількох шкідливих речовин односпрямованої дії, розраховані повітрообміни, необхідні для розбавлення кожної речовини до його ГДК, додають.

За одержаними даними проводиться розрахунок кратності повітрообміну, год⁻¹:

$$K = L / V_v, \quad (4.7)$$

де L – повітрообмін, м³/год; V_v – внутрішній вільний об'єм приміщення, $V_v \approx 0,8V$, де V – об'єм приміщення, м³.

Кратність повітрообміну показує, скільки разів протягом години обмінюється повітря у приміщенні. Звичайно, $K = 1 \dots 10$.

Приклад 4.1. Визначити відповідність значень показників мікроклімату робочої зони оптимальним або допустимим нормам згідно ДСН 3.3.6.042–99.

Дано:

$$T_c = 24 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_v = 16 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$H = 730 \text{ мм. рт. ст.}$$

$$V = 0,13 \text{ м/с}$$

Категорія робіт – середньої важкості 2б

Період року – т (теплий)

$$T_{\text{доп}} - ?$$

$$W_{\text{доп}} - ?$$

$$V_{\text{доп}} - ?$$

Рішення

З таблиці 4.4 (витяг з ДСН 3.3.6.042–99) обираємо нормативні значення $T_{\text{доп}}$, $W_{\text{доп}}$, $V_{\text{доп}}$ відповідно до категорії робіт та пори року:

1) Для температури: $T_{\text{доп}} =$ від 15°C до 27°C (для постійних робочих місць).

Оскільки за завданням $T_c = T_{\text{факт}} = 24 \text{ } ^\circ\text{C}$, то можна вважати, що цей параметр відповідає нормативним значенням ДСН 3.3.6.042–99.

2) Для відносної вологості повітря: $W_{\text{доп}} = \text{не більше } 70\%$ (табл.4.4).

Фактичне значення відносної вологості можливо знайти за формулою (4.2) або за таблицею 4.1.

З таблиці 4.1, за вихідними даними, $T_c=24^{\circ}\text{C}$, а різниця показників температури за сухим і вологим термометром $\Delta T=8^{\circ}\text{C}$, тому $W_{\text{факт}} = 43\%$.

Оскільки $W_{\text{факт}} = 43\%$, а $W_{\text{доп}}=70\%$ (т.є. фактичне значення не перевищує допустиме) можна вважати, що параметр відповідає нормативним вимогам.

3) Для швидкості руху повітря: $v_{\text{доп}} = 0,2-0,5 \text{ м/с}$ (табл.4.4), а $v_{\text{факт}}=0,13 \text{ м/с}$ (за завданням), то можна вважати, що параметр не відповідає допустимому значенню.

Відповідь: аналіз показників мікроклімату показав, що не відповідає нормативним значенням швидкість руху повітря, тому умови праці потребують поліпшення, наприклад застосування системи приточної вентиляції.

Приклад 4.2. В складському приміщенні зберігаються деякі хімічні речовини. Газоаналізатором УГ-2 визначена наявність в повітрі робочої зони наступних речовин, що входять до складу цих речовин: толуол, ксилол, ацетон, бутил-ацетат та ін.). Визначити кількість повітря, яку необхідно ввести в приміщення, щоб концентрація парів цих речовин у повітрі не перевищувала гранично допустиму концентрацію (ГДК), розрахувати кратність повітрообміну. Вважати, що концентрація парів шкідливих речовин в припливному повітрі, що подається у приміщення, не перевищує 0,1 ГДК.

Дано:

Шкідливі Речовини	ГДК, мг/м ³	М, г/год
Ацетон	200	0,1
Бензин-розчинник	300	0,4
Бутилацетат	200	0,5
Толуол	50	-
Ксилол	50	0,02

Об'єм приміщення: $V=60 \text{ м}^3$

$\Sigma L_i - ?$ К - ?

Рішення

Повітрообмін за кількістю шкідливих речовин можна розрахувати за формулою (4.6):

$$L_z = \frac{M}{C_{p.z.} - C_n},$$

де M – кількість шкідливих речовин, що надходить в приміщення, мг/год;

$C_{p.z.}$, C_n – відповідні концентрації шкідливих речовин в повітрі – в робочій зоні та припливному повітрі, мг/м³

Для розрахунків $C_{p.z.} = \text{ГДК}$, а $C_n = 0,1 \cdot \text{ГДК}$.

Враховуємо, що M дано в грамах, а ГДК в міліграмах, тому у чисельнику необхідно помножити цифру на 10^3 .

Розрахунок ведемо для кожної речовини окремо:

$$L_{\text{ац}} = (0,1 \cdot 10^3) / (200 - 0,1 \cdot 200) = 0,55 \text{ (м}^3/\text{год)}.$$

$$L_{\text{бенз}} = (0,4 \cdot 10^3) / (300 - 0,1 \cdot 300) = 1,48 \text{ (м}^3/\text{год)}.$$

$$L_{\text{бут}} = (0,5 \cdot 10^3) / (200 - 0,1 \cdot 200) = 2,77 \text{ (м}^3/\text{год)}.$$

$$L_{\text{кс}} = (0,02 \cdot 10^3) / (50 - 0,1 \cdot 50) = 0,44 \text{ (м}^3/\text{год)}.$$

Таким чином, необхідний повітрообмін складає:

$$\Sigma L_i = 0,55 + 1,48 + 2,77 + 0,44 = 5,24 \text{ (м}^3/\text{год)}$$

Кратність повітрообміну (кількість разів для подавання цього об'єму до приміщення за годину) знаходимо за (4.7):

$$K = L / V_v,$$

де L – повітрообмін, м³/год;

V_v – внутрішній вільний об'єм приміщення, $V_v \sim 0,8V$,

де V – об'єм приміщення, м³.

$$K = 5,24 / (0,8 \cdot 60) = 0,1 \text{ (1/год)}$$

Відповідь: кількість повітря, яку необхідно ввести в приміщення, щоб концентрація парів речовин у повітрі не перевищувала гранично допустиму концентрацію – 5,24 м³/год, кратність повітрообміну - 0,1 год⁻¹.

Завдання для практичної роботи

Завдання 4.1. Визначити відповідність значень показників мікроклімату робочої зони оптимальним або допустимим нормам згідно ДСН 3.3.6.042–99. Вихідні дані наведені в таблиці 4.5. Відносну вологість визначити за показаннями психрометра Августа і за формулою 4.2. Всі решта необхідних даних вибрати із таблиць 4.1 – 4.4.

Таблиця 4.5 – Вихідні дані до завдання 4.1

Вихідні дані	Варіанти									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура сухого T_c і вологого T_v термометрів, °С	21/17	20/19	19/15	24/16	25/19	23/21	24/20	17/15	25/23	24/20
Атмосферний тиск H , мм. рт. ст..	760	725	750	730	770	730	740	720	730	755
Швидкість руху повітря V , м/с	0,3	0,16	0,2	0,13	0,16	0,4	0,2	0,4	0,13	0,16
Категорія робіт	Ia	Iб	IIa	IIб	III	Ia	Iб	IIa	IIб	III
Період року*	т	т	т	т	т	х	х	х	х	х

Примітка: використані скорочення для теплого періоду року – т, для холодного – х.

Завдання 4.2. В складському приміщенні зберігаються деякі хімічні речовини. Газоаналізатором УГ-2 визначена наявність в повітрі робочої зони наступних речовин, що входять до складу цих речовин: толуол, ксилол, ацетон, бутил-ацетат та ін.). Визначити кількість повітря, яку необхідно ввести в приміщення, щоб концентрація парів цих речовин у повітрі не перевищувала гранично допустиму концентрацію (ГДК), розрахувати кратність повітрообміну. Вважати, що концентрація парів шкідливих речовин в припливному повітрі, що подається у приміщення, не перевищує 0,1 ГДК. Вихідні дані, необхідні для розрахунку наведені в таблиці 4.6.

Пояснення до розв’язування задачі. У зв’язку з тим, що в повітря одночасно надходять пари декількох шкідливих речовин, необхідно врахувати, що якщо ці речовини не односпрямованої дії, то кількість повітря, яку необхідно подати у приміщення, приймають за тією шкідливою

речовиною, яка потребує більшого об'єму повітря для розбавлення до ГДК. Тобто, необхідно провести розрахунок кількості повітря (L) за кожною забруднюючою речовиною і вибрати максимальну цифру для розрахунку кратності повітрообміну (K). Якщо речовини односпрямованої дії, то необхідно підсумувати значення L, розраховані для кожної окремої речовини і кратність повітрообміну розраховувати за сумарним значенням L.

До шкідливих речовин односпрямованої дії відносяться шкідливі речовини, які схожі за хімічною будовою та характером впливу на організм людини.

Вважати речовинами односпрямованої дії речовини, які відносяться до одного класу небезпеки.

Таблиця 4.6 – Вихідні дані до завдання 4.2

Шкідливі речовини	ГДК, мг/м ³	Кількість шкідливих виділень, г/год									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Ацетон	200	0,20	0,40	0,10	0,20	0,50	0,40	0,20	0,30	0,10	0,60
Бензин-розчинник	300	-	0,30	0,40	0,10	0,50	0,20	0,10	0,50	0,60	0,40
Бутилацетат	200	0,20	-	0,50	0,40	-	0,60	0,20	0,40	0,10	0,15
Толуол	50	0,04	0,01	-	0,02	0,01	-	0,04	-	0,05	0,01
Ксилол	50	0,04	0,02	0,02	0,10	0,03	0,08	-	0,06	0,05	0,02
Об'єм приміщення, м ³	-	50	40	60	30	40	80	50	30	60	100

Завдання 4.3. Під час фарбування автомобіля в малярному відділенні випаровується бутиловий спирт. Визначте необхідний повітрообмін L, м³/год, якщо ГДК бутилового спирту 10 мг/м³, об'єм приміщення згідно до варіанту (табл.4.7).

Таблиця 4.7 – Вихідні дані до завдання 4.3

Шкідливі речовини	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Кількість речовини, мг/ГОД	12,2	13,4	14,1	5,2	6,5	7,4	8,2	9,3	6,1	11,6
Об'єм приміщення, м ³	400	800	500	100	400	800	500	300	600	100

Висновки: зробити висновки за кожним завданням роботи.

Контрольні запитання

1. Якими параметрами характеризується мікроклімат робочої зони?
2. Згідно з яким документом нормуються параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях?
3. Якими приладами вимірюються параметри мікроклімату?
4. Які параметри мікроклімату вважаються оптимальними, а які допустимими? Коли вони встановлюються в приміщенні?
5. Дайте визначення поняттю “шкідлива речовина”.
6. Дайте визначення поняттю “гранично допустима концентрація шкідливої речовини”.
7. Як класифікують шкідливі речовини за характером дії на організм людини?
8. Як класифікують шкідливі речовини за ступенем дії на організм людини?
9. Які речовини називаються речовинами односпрямованої дії?
10. Які умови повинні виконуватись, в разі присутності в повітрі декількох речовин односпрямованої дії?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 5

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНІВ ШУМУ ТА ВІБРАЦІЇ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ

Мета роботи: навчитися визначати рівень шуму, що створюється декількома джерелами на робочому місці, оцінити його відповідність санітарним нормам; навчитись визначати необхідне зниження шуму матеріалом ізолюючої перегородки, запропонувати засоби захисту, за допомогою яких можна досягти потрібного зниження шуму.

Короткі теоретичні відомості

Експлуатація переважної більшості технологічного обладнання, енергетичних установок, машин та механізмів пов'язана з виникненням шумів та вібрації різної частоти та інтенсивності, котрі справляють несприятливий вплив на організм людини.

Шум може тимчасово активізувати або постійно пригнічувати психічні процеси організму людини. Фізіологічні та біологічні наслідки можуть проявлятися у формі порушення функцій слуху та інших аналізаторів, зокрема вестибулярного апарату, координуючої функції кори головного мозку, нервової системи, систем травлення і кровообігу.

Індивідуальні особливості людини, пов'язані з різними психологічними реакціями на вплив шуму, суттєво впливають на його сприйняття.

Шум не лише погіршує самопочуття людини і знижує продуктивність праці на 10-15%, але нерідко призводить до професійних захворювань.

Матеріальні збитки від цих захворювань значно більші, ніж від інших професійних захворювань. У зв'язку з цим боротьба з шумом має не лише санітарно-гігієнічне, але й техніко-економічне значення, вказує на необхідність розробки комплексу інженерно-технічних та організаційних заходів щодо зниження шуму до нормативних значень.

Під шумом розуміють несприятливе поєднання звуків різної інтенсивності, частоти і тиску, які впливають на організм людини, заважають відпочивати і працювати. З фізіологічної точки зору шум – це будь-який небажаний звук, що сприймається органом слуху людини.

Звук характеризується частотою звукових коливань, звуковим тиском та інтенсивністю.

Для оцінки та аналізу шумів весь слуховий діапазон частот ($f = 20 \dots 20000$ Гц) розбивають на смуги – октави – смуга частот, у якої відношення верхньої частоти до нижньої дорівнює двом.

Характеристикою кожної смуги є середньгеометрична частота $f_{сг}$, яка для октави вираховується за виразом $f_{сг} = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$. Значення $f_{сг}$ для восьми стандартизованих октавних смуг дорівнюють 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Звуковий тиск P , Па – це різниця між миттєвим значенням повного тиску у середовищі за наявності звуку та середнім тиском у цьому середовищі за відсутності звуку.

Інтенсивність звуку I , Вт/м² – це середній потік звукової енергії за одиницю часу віднесений до одиниці площі поверхні перпендикулярної до напрямку розповсюдження звукової хвилі.

Для фізіологічної оцінки інтенсивності та звукового тиску використовують відносні величини – рівень інтенсивності звуку L_I та рівень звукового тиску L_p , одиницею вимірювання яких є децибел (дБ):

$$L_I = 10 \lg(I/I_0), \quad (5.1)$$

а рівень звукового тиску L_p в дБ:

$$L_p = 10 \lg(P/P_0)^2 = 20 \lg(P/P_0), \quad (5.2)$$

де I і P відповідно інтенсивність і звуковий тиск в даній точці, а I_0 і P_0 – інтенсивність і звуковий тиск порогу чутності.

За частоти 1000 Гц поріг чутності для звукового тиску складає $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па, а для інтенсивності звуку – $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м²; при звуковому тиску $P = 200$ Па та $I = 100$ Вт/м² виникають больові відчуття (больовий поріг)

Для орієнтовної гігієнічної оцінки параметрів постійного широкосмужного шуму на робочих місцях, що нормуються, дозволяється за характеристику постійного шуму приймати рівень звуку в дБА, який вимірюється за шкалою “А” шумоміра:

$$L_A = 20 \lg(P_A/P_0), \quad (5.3)$$

де P_A – середньоквадратичний звуковий тиск з урахуванням коригування “А” шумоміра, Па; P_0 – порогове значення звукового тиску, Па.

Коригування полягає у введенні поправок до рівнів звукового тиску в залежності від частоти. Коригований рівень звукового тиску дорівнює:

$$L_A = L - \Delta L_A, \quad (5.4)$$

де L – значення загального рівня шуму; ΔL_A – корекція, дБ.

Коригування необхідне, для наближення результатів об’єктивних вимірювань до суб’єктивного сприйняття шуму людиною. Стандартні значення коригування такі:

Частота, Гц	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL , дБ	80	42	26,3	16,1	8,6	3,2	0	-1,2	-1,0	-1,1

Норми шуму на робочих місцях регламентуються Санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99. При нормуванні шуму враховується характер роботи та умови технологічного процесу.

Параметрами постійного шуму на робочих місцях, що нормуються, є рівні звукових тисків в октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц в децибелах.

Шум на робочих місцях не повинен перевищувати допустимих рівнів згідно ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (таблиця 5.1).

Зони з рівнем звуку вище 85 дБА повинні бути позначені знаками небезпеки. Працюючих в цих зонах адміністрація зобов’язана забезпечити засобами індивідуального захисту.

Визначення рівнів шуму за одночасно працюючих джерелах шуму

Сумарний рівень звукового тиску від декількох джерел шуму визначається за формулою:

$$L_s = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_i}, \quad (5.5)$$

де L_i – октавний рівень звукового тиску розглядуваного джерела, дБ;

i – номер джерела;

n – загальна кількість джерел в приміщенні.

Таблиця 5.1 – Допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях

Робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц								Рівень звуку, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Творча діяльність, керівна робота з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання та проектування, програмування, викладання та навчання, лікарська діяльність; робочі місця у приміщеннях - дирекції, проектно-конструкторських бюро, розрахувачів, програмістів обчислювальних машин у лабораторіях для теоретичних робіт та обробки даних, прийому хворих у медпунктах	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Високкокваліфікована робота, що вимагає зосередження, адміністративно-керівна діяльність, вимірвальні та аналітичні роботи у лабораторії; робочі місця в приміщеннях цехового керівного апарату, контор, лабораторій	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3.Робота, що виконується за вказівками та акустичними сигналами, робота, що потребує постійного слухового контролю, операторська робота за точним графіком з інструкцією, диспетчерська робота: робочі місця у приміщеннях диспетчерської служби, кабінетах та приміщеннях спостереження та дистанційного керування з мовним зв'язком по телефону, друкарських бюро, на дільницях точного складання, на телефонних та телеграфних станціях, у приміщеннях майстрів, у залах обробки інформації на обчислювальних машинах без дисплея та у приміщеннях операторів-акустиків	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4. Робота, що вимагає зосередження, робота з підвищеними вимогами до процесів спостереження та дистанційного керування виробничими циклами: робочі місця за пультами у кабінах нагляду та дистанційного керування без мовного зв'язку по телефону; у приміщеннях лабораторій з шумним устаткуванням, шумними агрегатами обчислювальних машин	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5. Виконання всіх видів робіт (крім перелічених у пп. 1 - 4 та аналогічних їм) на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та території підприємств	95	87	82	78	75	73	71	69	80

В разі n однакових джерел шуму формула має вигляд:

$$L_S = L_i + 10 \cdot \lg n, \quad (5.6)$$

де L_i – октавний рівень звукового тиску одного джерела, n – кількість джерел.

При двох різних джерелах шуму $L_1 > L_2$:

$$L_S = L_1 + \Delta L, \quad (5.7)$$

де ΔL – корегувальна добавка, дБА, залежно від різниці $L_1 - L_2$.

Різниця двох додаваних рівнів	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Корегувальна добавка ΔL до більш високого рівня	3	2,5	2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

Якщо кількість джерел $n > 2$, то користуючись корегувальними добавками необхідно послідовно додавати рівні, починаючи з максимального. Спочатку визначають різницю двох додаваних рівнів, потім – добавку до більш високого з додаваних рівнів. Після цього добавку слід додати до більшого з додаваних рівнів (приклад 5.2).

Приклад 5.1. В офісному приміщенні одночасно працюють 4 установки. Визначити сумарні октавні рівні звукового тиску одночасно працюючих джерел.

Дано:

$$L_A = 80 \text{ дБА}$$

$$L_B = 84 \text{ дБА}$$

$$L_V = 81 \text{ дБА}$$

$$L_T = 92 \text{ дБА}$$

$$L_S = ?$$

Рішення

Сумарний рівень звукового тиску від декількох джерел шуму визначається за формулою (5.5):

$$L_s = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_i} = 10 \cdot \lg(10^{0,1 \cdot 80} + 10^{0,1 \cdot 84} + 10^{0,1 \cdot 81} + 10^{0,1 \cdot 92}) =$$

$$= 10 \cdot \lg(100000000 + 251188643 + 125892541 + 1584893192) = 92,39 \text{ (дБА)}$$

Відповідь: сумарний рівень звукового тиску $L_s = 92,39$ дБА.

Приклад 5.2. Рівні звукового тиску від 6 джерел шуму у офісному приміщенні становлять відповідно 81, 83, 85, 87, 90, 91 дБ(А). Знайти сумарний рівень звукового тиску L_s .

Дано:

$$L_1 = 81 \text{ дБА}$$

$$L_2 = 83 \text{ дБА}$$

$$L_3 = 85 \text{ дБА}$$

$$L_4 = 87 \text{ дБА}$$

$$L_5 = 90 \text{ дБА}$$

$$L_6 = 91 \text{ дБА}$$

$$L_s = ?$$

Рішення.

Для того, щоб знайти сумарний рівень звукового тиску L_s спочатку знаходимо різницю між значенням звукового тиску найбільш інтенсивного джерела і джерела із наступною інтенсивністю: $L_{\text{різн1}} = 91 - 90 = 1$ дБ; із таблиці вибираємо $\Delta L_{\text{дод1}} = 2,5$ дБ. Знаходимо сумарний рівень звукового тиску для двох джерел L_{s1} , додаючи ΔL_1 до значення звукового тиску найбільш інтенсивного джерела: $L_{s1} = 91 + 2,5 = 93,5$ дБ. Далі шукаємо різницю між знайденим $L_{\text{різн2}}$ двох джерел із наступним значенням звукового тиску:

$$L_{\text{різн2}} = 93,5 - 87 = 6,5, \text{ отже } \Delta L_2 = 0,9, \text{ тоді } L_{s2} = 93,5 + 0,9 = 94,4 \text{ дБ};$$

$$L_{\text{різн3}} = 94,4 - 85 = 9,4; \Delta L_3 = 0,5; L_{s3} = 94,4 + 0,5 = 94,9 \text{ дБ};$$

$$L_{\text{різн4}} = 94,9 - 83 = 11,9; \Delta L_4 = 0,3; L_{s4} = 94,9 + 0,3 = 95,2 \text{ дБ}$$

$$L_{\text{різн5}} = 95,2 - 81 = 14,2; \Delta L_5 = 0,2; L_{s5} = 95,2 + 0,2 = 95,4 \text{ дБ}$$

Знайдемо сумарний рівень звукового тиску від даних джерел за формулою 6.5.

$$L_s = 10 \cdot \lg(10^{0,181} + 10^{0,183} + 10^{0,185} + 10^{0,187} + 10^{0,190} + 10^{0,191}) = 95,3(\text{дБ}).$$

Відповідь: $L_s = 95,3$ дБ, що значно перевищує допустиме значення 75 дБ (за табл.5.1 п.4). Умови праці потребують поліпшення, наприклад використання шумозахисних екранів або перегородок.

Методи та засоби захисту від шуму

Для боротьби з шумом застосовують методи і засоби колективного та індивідуального захисту. Методи колективного захисту поділяють на: архітектурно-планувальні, інженерні, організаційні та акустичні.

Серед акустичних методів захисту найбільш поширеним методом є застосування звукоізоляції у вигляді кожухів, екранів, огорожень, кабін спостереження (при дистанційному керуванні). В основу методу звукоізоляції покладений принцип відбиття – більша частина звукової енергії I , що падає на огороження відбивається і тільки незначна її частка (близько 0,001) проникає через огороження. Ефективність звукоізоляції R , дБ характеризується коефіцієнтом звукопровідності τ і розраховується за формулою:

$$R = 10 \lg (1/\tau), \quad (5.8)$$

де $\tau = E_{\text{прон}}/E_{\text{пад}}$ – коефіцієнт звукопровідності перешкоди,

де $E_{\text{прон}}$ – енергія звукової хвилі, що проникла через звукоогороджувальну конструкцію, Вт;

$E_{\text{пад}}$ – енергія звукової хвилі, що падала на звукоогороджувальну конструкцію, Вт.

За звичай $R = 20 \dots 40$ дБ. Звукоізолююча здатність багат шарової конструкції R , дБ визначається за формулою:

$$R = 20 \lg mf - 47,5, \quad (5.9)$$

де m – маса конструкції, $\text{кг}/\text{м}^2$;

f – частота коливань, Гц;

Розрахунок звукоізоляції перегородки з шаром звукопоглинального матеріалу (ЗПМ)

Розрахунок проводиться у восьми октавних смугах частот. Загальна звукоізоляція перегородки з шаром звукопоглинального матеріалу (ЗПМ) R_c визначається за формулою:

$$R_c = R + \Delta R, \quad (5.10)$$

де R – звукоізоляція перегородки (вибирається з таблиці 2 в залежності від матеріалу перегородки);

ΔR – додаткова звукоізоляція за рахунок шару ЗПМ, дБ визначається за формулою:

$$\Delta R = 8,7\beta \cdot \delta + 20 \lg[(m_n + m_{пс})/m_n] \quad (5.11)$$

де β – коефіцієнт затування, 1/м, (визначається за таблицею 5.3);

δ – товщина шару ЗПМ, м;

m_n – поверхнева густина матеріалу перегородки, кг/м² (вибирається із таблиці 5.2).

$m_{пс}$ – поверхнева густина шару ЗПМ, кг/ м² знаходиться за формулою:

$$m_{пс} = \rho \cdot \delta, \quad (5.12)$$

де, ρ – об'ємна густина ЗПМ, $\rho = 20$ кг/м³;

δ – товщина шару ЗПМ, м.

Таблиця 5.2 – Звукоізоляція стін і перегородок, дБ

Конструкція	Товщина, мм	Поверхнева густина, кг/м ²	Середньгеометрична частота октавної смуги, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Цегляна кладка	140	220	32	39	40	42	48	54	60	60
	270	420	36	41	44	51	58	64	65	65
	410	620	41	44	48	55	61	65	62	65
Залізобетонна панель	100	250	38	38	38	44	50	58	60	60
	160	400	43	43	43	51	60	63	63	63
	200	500	40	42	44	51	59	65	65	65
	300	750	44	44	50	58	65	69	69	69
Гіпсобетонна панель	80	115	32	32	33	39	47	54	60	60
Шлакобетонна панель	140	250	39	39	39	46	53	60	60	60
	250	400	42	42	42	50	59	64	64	64

Таблиця 5.3 – Коефіцієнти затування β , 1/м

Звупоглинаючий матеріал	Середньгеометрична частота октавної смуги, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Полотно із супертонкого скловолкна	3	5	6	9	14	24	34	45
Полотно із супертонкого базальтового волокна	3	6	8	11	25	34	37	38

Завдання для практичної роботи

Завдання 5.1. В офісному приміщенні одночасно працюють три установки (варіанти завдань вибрати із таблиці 5.4). Рівні звукового тиску, що випромінюються кожним джерелом наведені в таблиці 5.4. Визначити сумарні октавні рівні звукового тиску одночасно працюючих джерел послідовним сумуванням (формула 5.7) і за формулою 5.5. Порівняти отримані результати.

Таблиця 5.4 – Вихідні дані до завдання 5.1

Рівень джерела шуму, дБА	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
А, 80	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-
Б, 84	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+
В, 81	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-
Г, 92	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-
Д, 95	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+
Е, 96	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+

Завдання 5.2. Визначити сумарний рівень звукового тиску при n однакових одночасно працюючих джерелах шуму, рівновіддалених від розрахункової точки, за даними таблиці 5.5, користуючись формулою 5.6.

Таблиця 5.5 – Вихідні дані до завдання 5.2

Вихідні дані	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Звуковий тиск L_i , дБ	92	90	87	83	81	78	75	70	65	60
Кількість джерел звуку, n	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3

Завдання 5.3. Розрахувати звукоізоляцію перегородки з шаром звукопоглинального матеріалу (ЗПМ). Матеріал для перегородки і ЗПМ взяти згідно варіанту із таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Вихідні дані до завдання 5.3

Вихідні дані	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Матеріал перегородки	Цегляна кладка			Залізобетонна панель				Гіпсо-бетонна панель	Шлакобетонна панель	
Товщина перегородки, мм	140	270	410	100	160	200	300	80	140	250
ЗПМ	Полотно із супертонкого скловолокна					Полотно із супертонкого базальтового волокна				
Товщина шару ЗПМ, мм	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80

Висновки: зробіть висновки за кожним завданням роботи.

Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте шум за таким планом: визначення, фізичні та фізіологічні характеристики, джерела виникнення, вплив на людину.
2. Як проводиться нормування виробничого шуму? Назвіть параметри, які нормуються та основні нормативні документи.
3. Які вимоги до шуму на робочих місцях із передбачені санітарними нормативами?
4. Як проводиться контроль параметрів шуму на робочих місцях?
5. Які вимірювальні прилади для визначення рівня шуму на робочих місцях вам відомі?
6. Назвіть методи захисту від шуму. Які з них доцільно застосовувати і в яких приміщеннях?
7. В чому полягає метод звукоізоляції? Які ви знаєте звукоізолюючі матеріали?
8. Яка ефективність методу звукопоглинання у боротьбі зі зниженням шуму? Назвіть звукопоглинальні матеріали.
9. Охарактеризуйте розповсюджені звукопоглинальні матеріали.
10. Які ви знаєте індивідуальні засоби захисту від шуму? В яких випадках передбачене їх використання?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 6

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИРОДНОЇ ТА ШТУЧНОЇ ОСВІТЛЕНОСТІ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ

Мета роботи: навчитись розраховувати необхідне природне та штучне освітлення залежно від характеру зорових робіт, які виконуються у виробничому приміщенні.

Короткі теоретичні відомості

Відомо, що вісімдесят відсотків інформації зовнішнього світу людина отримує через очі. Якість інформації залежить від освітлення. Тому правильно організована система освітлення має велике значення в зниженні виробничого травматизму, створює нормальні умови для роботи органів зору, підвищує працездатність організму і відповідно, продуктивність праці: при зорових роботах середньої важкості на 5...6%, при важкій зоровій роботі на 15%, а при роботі в межах зорового сприйняття – на 40%.

Основним нормативним документом, що визначає вимоги до організації освітлення в Україні є ДБН В. 2.5–28–2006 “Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне 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 освітлення.

Попередній розрахунок природного освітлення полягає у визначенні площі світлових прорізів за формулю:

$$S_B = (e_n^{IV} \cdot K_{буд} \cdot K_3 \cdot \eta_B S_{П}) / (\tau_0 \cdot r_1 \cdot 100); \quad (6.1)$$

де і S_B – площі ліхтарів, вікон, m^2 ;

e_H – нормоване значення КПО, % визначається за формулою:

$$e_H = e \cdot m, \quad (6.2)$$

де e – значення КПО за табл. 6.1;

m – коефіцієнт світлового клімату за таблицею 6.2;

$S_{п}$ – площа підлоги, m^2 ;

$K_{буд}$ – коефіцієнт, що враховує затінення вікон напроти стоячими будівлями, приймається в межах 1...1,5;

K_3 – коефіцієнт запасу, приймається 1,5...2;

τ_0 – загальний коефіцієнт світлопропускання

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (6.3)$$

де τ_1 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу (визначається за табл. 6.3);

τ_2 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у віконній рамі (визначається за табл. 6.3);

τ_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях (при боковому освітленні $\tau_3=1$; при верхньому – $\tau_3=0,8-0,9$);

τ_4 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях (визначається за табл. 6.3);

τ_5 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями (приймається рівним 0,9).

r_1, r_2 – коефіцієнти, що враховують підвищення КПО за рахунок відбиття відповідно при боковому і верхньому освітленні (значення коефіцієнта r_1 визначається за таблицею 6.6 залежно від параметрів приміщення та $\rho_{ср}$);

Середній коефіцієнт відбиття $\rho_{ср}$ стелі, стін, підлоги визначається за формулою:

$$\rho_{ср} = \frac{\rho_{стелі} S_{стелі} + \rho_{стін} S_{стін} + \rho_{підлоги} S_{підлоги}}{S_{стелі} + S_{стін} + S_{підлоги}}, \quad (6.5)$$

$\rho_{стелі}, \rho_{стін}, \rho_{підлоги}$ – відповідні коефіцієнти відбиття (табл. 6.4);

$S_{стелі}, S_{стін}, S_{підлоги}$ – відповідні площі поверхонь.

η_v – світлова характеристика вікна (вибирається із таблиці 6.5).

Таблиця 6.1 – Норми штучного та природного освітлення виробничих приміщень (витяг з ДБН В. 2.5–28–2006)

Характеристика зорових робіт	Найменший розмір об'єкта розпізнавання, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Штучне освітлення		Природне освітлення	
				Освітленість, лк		КПО, %	
				загальне освітлення		бокове освітлення	
Середньої точності	0,5-1	IV	a	300	1,5		
			б	200			
			в	200			
			г	150			
Малої точності	1-5	V	a	200	1,0		
			б	150			
			в	150			
			г	100			
Груба	Більше 5	VI	–	150	0,5		

Таблиця 6.2 – Значення коефіцієнта світлового клімату

Світлові прорізи	Орієнтація світлових прорізів за сторонами горизонту	Коефіцієнт світлового клімату, τ	
		Автономна республіка Крим, Одеська обл.	Решта території України
В зовнішніх стінах будинків	ПН	0,85	0,90
	ПНС, ПНЗ	0,85	0,90
	З, С	0,80	0,85
	ПДС, ПДЗ	0,80	0,85
	ПД	0,75	0,85

Примітка. ПН - північ; ПНС - північ-схід; ПНЗ - північ-захід; С - схід; З - захід; ПД - південь; ПДС - південь-схід; ПДЗ - південь-захід

Таблиця 6.3 – Значення коефіцієнтів τ_1, τ_2, τ_4

Вид світло пропускання матеріалу	Значення τ_1	Вид віконної рами	Значення τ_2	Сонцезахисні пристрої	Значення τ_4
Скло віконне листове:		Віконні рами для промислових будівель:		Регульовані жалюзі та штори (внутрішні, зовнішні)	1
одинарне	0,9				
подвійне	0,8				
потрійне	0,75	а) дерев'яні:		Стаціонарні жалюзі та екрани з захисним кутом не більше 45°:	
Скло листове:		одинарні	0,75		
армоване	0,6	спарені	0,7		
з візерунком	0,65	подвійні окремі	0,6		
сонцезахисне	0,65	б) металеві:			
контрастне	0,75	одинарні (відкриваються)		- горизонтальні	0,65
Органічне скло:		(відкриваються)		- вертикальні	0,75
прозоре	0,9	одинарні (глухі)		Горизонтальні козирки:	
молочне	0,6	подвійні (відкриваються)		- з захисним кутом не більше 30°	0,8
Пустотілі скляні блоки:				- з захисним кутом від 15 до 45° (багатоступеневі)	0,6-0,9
світлорозсіюючі	0,5	подвійні (глухі)			
прозорі	0,55				
Склопакети	0,8				

Таблиця 6.4 – Орієнтовні значення коефіцієнтів відбиття стелі ($\rho_{\text{стелі}}$) та стін ($\rho_{\text{стін}}$)

Стан стелі	$\rho_{\text{стелі}}, \%$	Стан стін	$\rho_{\text{стін}}, \%$
Свіжовибілена	80–65	Свіжовибілені з вікнами	75–65
Побілена в сирих приміщеннях	65–40	закритими білими шторами	
Бетонна чиста	55–45	Свіжовибілені з вікнами без штор	55–45
Бетонна брудна	35–25		
Світла дерев'яна (полакована)	60–45	Бетонні з вікнами	35–25
Темна дерев'яна	30–25	Обклеєні світлими шпалерами	40–25
Брудна (кузні, склади вугілля)	20–10	Обклеєні темними шпалерами	15–5
		Цегляні не штукатурені	15–10

Таблиця 5.5 – Значення світлової характеристики вікон ($\eta_{\text{в}}$ при боковому освітленні)

Відношення довжини приміщення (L) до його глибини (B)	Відношення глибини приміщення (B) до висоти від рівня робочої поверхні до верхнього краю вікна (h)							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 і більше	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	–

Таблиця 6.6 – Значення коефіцієнта τ_1

В/h	l/B	Значення τ при боковому освітленні								
		Середній коефіцієнт відбиття $\rho_{\text{ср}}$ стелі, стін і підлоги								
		0,5			0,4			0,3		
		Відношення довжини приміщення L до його глибини B								
		0,5	1	2 i >	0,5	1	2 i >	0,5	1	2 i >
Від 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1
	1,0	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2
> 1,5 до 2,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2
	1,0	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5
> 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5
	1,0	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7

В/н	l/B	Значення ρ при боковому освітленні								
		Середній коефіцієнт відбиття $\rho_{\text{ср}}$ стелі, стін і підлоги								
		0,5			0,4			0,3		
		Відношення довжини приміщення L до його глибини B								
		0,5	1	2 i >	0,5	1	2 i >	0,5	1	2 i >
> 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1
	1,0	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5

Примітка: В – глибина приміщення; h – висота від рівня умовної робочої поверхні до верхнього краю вікна; l – відстань розрахункової точки (точка, яка знаходиться на відстані 1 м від стіни, що розташована навпроти стіни з вікнами) до зовнішньої стіни.

Приклад 6.1. Розрахувати бокове одностороннє природне освітлення (площу вікон) для виробничої дільниці підприємства громадського харчування. Висота будівлі $H = 3,2$ м, висота робочої поверхні $h_p = 0,9$ м; $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$, $\rho_{\text{стін}} = 50\%$, $\rho_{\text{підлоги}} = 30\%$; вікна мають такі характеристики: скло подвійне, віконні рами – дерев'яні спарені, сонцезахисні пристрої – стаціонарні горизонтальні жалюзі. Будівля знаходиться в місті Чернігові (IV світловий пояс, вікна спрямовані на захід) і навпроти вікон дільниці, що зорієнтовані на захід немає затіняючи об'єктів.

Дано:

$H = 3,2$ м,

$h_p = 0,9$ м,

$\rho_{\text{стелі}} = 70\%$,

$\rho_{\text{стін}} = 50\%$,

$\rho_{\text{підлоги}} = 30\%$,

скло подвійне,

віконні рами – дерев'яні спарені,

сонцезахисні пристрої – стаціонарні горизонтальні жалюзі,

IV світловий пояс,
вікна спрямовані на захід,
розмір об'єкту розрізнення – 1 мм,
розмір приміщення – $B \times L = 5 \times 8$ м.
 S_B - ?

Рішення

Розрахунок природного освітлення полягає у визначенні площі світлових прорізів за формулою (6.1):

$$S_B = (e_H^{IV} \cdot K_{\text{буд}} \cdot K_3 \cdot \eta_B S_{\text{п}}) / (\tau_0 \cdot r_1 \cdot 100);$$

де S_B – площі ліхтарів, вікон, м^2 ;

e_H – нормоване значення КПО, % визначається за формулою:

$$e_H = e \cdot m,$$

де e – значення КПО за табл. 1;

m – коефіцієнт світлового клімату за таблицею 6.2;

$$e_H = 1,5 \cdot 0,85 = 1,275.$$

$S_{\text{п}}$ – площа підлоги, м^2 ;

$$S_{\text{п}} = 5 \cdot 8 = 40 (\text{м}^2).$$

$K_{\text{буд}}$ – коефіцієнт, що враховує затінення вікон напроти стоячими будівлями, приймається в межах $1 \dots 1,5$;

$$K_{\text{буд}} = 1.$$

K_3 – коефіцієнт запасу, приймається $1,5 \dots 2$;

$$K_3 = 1,5.$$

τ_0 – загальний коефіцієнт світлопропускання

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5,$$

де τ_1 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу (визначається за табл. 6.3);

τ_2 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у віконній рамі (визначається за табл. 6.3);

τ_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях (при боковому освітленні $\tau_3 = 1$; при верхньому – $\tau_3 = 0,8 - 0,9$);

τ_4 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях (визначається за табл. 6.3);

τ_5 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями (приймається рівним 0,9).

$$\tau_0 = 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 0,9 = 0,33$$

r_1 – коефіцієнти, що враховують підвищення КПО за рахунок відбиття відповідно при боковому і верхньому освітленні;

Значення коефіцієнта r_1 визначається за таблицею 6.6 в залежності від параметрів приміщення та $\rho_{\text{ср}}$.

Середній коефіцієнт відбиття $\rho_{\text{ср}}$ стелі, стін, підлоги визначається за формулою:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_{\text{стелі}} S_{\text{стелі}} + \rho_{\text{стін}} S_{\text{стін}} + \rho_{\text{підлоги}} S_{\text{підлоги}}}{S_{\text{стелі}} + S_{\text{стін}} + S_{\text{підлоги}}},$$

$\rho_{\text{стелі}}$, $\rho_{\text{стін}}$, $\rho_{\text{підлоги}}$ – відповідні коефіцієнти відбиття (табл. 6.4);

$$\rho_{\text{ср}} = (70 \cdot 40 + 50(2 \cdot 5 \cdot 3,2 + 2 \cdot 8 \cdot 3,2) + 30 \cdot 40) / (40 + 83,2 + 40) = 50 (\%)$$

площа стін (периметр приміщення помножено на висоту стін)

$S_{\text{стелі}}$, $S_{\text{стін}}$, $S_{\text{підлоги}}$ – відповідні площі поверхонь.

В таблиці 6.6: r_1 знаходимо за $V/h = 5/0,9 = 5,55$; $1/V = 1/5 = 0,2$; $L/V = 8/5 = 1,6$

Середній коефіцієнт відбиття $\rho_{\text{ср}} = 50\% = 0,5$

$$r_1 = 1,25.$$

$\eta_{\text{в}}$ – світлова характеристика вікна (вибирається із таблиці 6.5);

$$L/V = 8/5 = 1,6, \quad V/h = 5/0,9 = 5,55;$$

$$\eta_{\text{в}} = 19$$

$$S_{\text{в}} = (e_{\text{н}}^{\text{IV}} \cdot K_{\text{б\ddot{u}д}} \cdot K_{\text{з}} \cdot \eta_{\text{в}} \cdot S_{\text{п}}) / (\tau_0 \cdot r_1 \cdot 100) = (1,275 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 19 \cdot 40) / (0,33 \cdot 1,25 \cdot 100) = 35,2 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Відповідь: для забезпечення нормативної природної освітленості площа віконних прорізів повинна бути не меншою ніж 35,2 (м²).

Розрахунок штучного освітлення

За призначенням штучне освітлення буває робоче, аварійне (при відключенні робочого освітлення), евакуаційне, охоронне (в нічний час).

Аварійне освітлення повинно складати не менше 5% норми загального освітлення, але не менше 2 лк всередині приміщення і не менше як 1лк на території.

Евакуаційне освітлення повинно забезпечити освітленість не менш як 0,5 лк в приміщенні і 0,2 лк на відкритих площадках.

Охоронне освітлення влаштовується вздовж кордонів території, освітленість на рівні землі повинна бути не нижче ніж 0,5 лк.

Крім того, штучне освітлення буває:

- загальним (світильники розміщені рівномірно у верхній зоні приміщення);
- місцевим (безпосередньо на робочих місцях);
- комбінованим (загальне плюс місцеве). У виробничих приміщеннях одне місцеве освітлення не допускається.

Загальним називаються освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або з врахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення). Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний 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.

Для розрахунку загального рівномірного штучного освітлення приміщень застосовується метод коефіцієнта використання світлового потоку, за допомогою якого визначають кількість світильників для даного приміщення.

Порядок проведення розрахунків:

1. Розраховують приблизну кількість світильників загального освітлення у приміщенні за формулою:

$$N = (A \cdot B) / L^2, \quad (6.6)$$

A і B – довжина і ширина приміщення, м;

H_p – висота підвісу світильників над рівнем робочої поверхні, м:

$$H_p = H - h_p - h_c, \quad (6.7)$$

$h_p = 0,8$ м, висота робочої поверхні над підлогою; $h_c = 0,5$ м, відстань світлового центру світильника від стелі, або:

$$H_p = L / 1,5, \quad (6.8)$$

L – відстань між рядами світильників; оптимальна відстань між світильником при багаторядному розташуванні, м, визначається:

$$L = 1,5 \cdot H_p, \quad (6.9)$$

2. Визначають світловий потік однієї лампи світильника Φ за формулою:

$$\Phi = (E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_3) / (N \cdot n \cdot \eta), \quad (6.10)$$

де E_n – нормована освітленість, лк, визначається за таблицею 1 для відповідного розряду зорової роботи;

S – площа приміщення, що освітлюється, м²;

K_3 – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп, визначається за довідником (для кабінетів, робочих приміщень громадських будівель, торговельних залів тощо $K_3 = 1,5$ при освітленні газорозрядними лампами, $K_3 = 1,3$ при освітленні лампами розжарювання);

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення ($Z = 1,15$ для ламп розжарювання та ДРЛ; $Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп);

N – кількість світильників (розрахована попередньо за формулою 6.6)

n – кількість ламп в світильнику (для світильників з газорозрядними лампами, прийняти тип світильника ЛПО-01 із кількістю ламп $n = 2$); для світильників з лампами розжарювання прийняти тип світильника УПМ-15 відповідно із $n = 1$);

η – коефіцієнт використання світлового потоку, визначається за світлотехнічною таблицею 6.7 в залежності від індексу приміщення, коефіцієнтів відбиття стелі, стін для світильників з люмінесцентними лампами; значення η визначають в залежності від індексу приміщення і:

$$i = (A \cdot B) / (H_p \cdot (A + B)), \quad (6.11)$$

Таблиця 6.7 – Коефіцієнти використання світлового потоку (η) світильників з газорозрядними лампами та лампами розжарювання

Тип світильника	УПМ-15			ЛПО-01		
	ρ стелі, %	70	50	30	70	50
ρ стін, %	50	30	10	50	50	30
i	Коефіцієнти використання, η , %					
0,5	22	20	17	25	23	20
0,6	32	26	23	31	29	24
0,7	39	34	30	36	34	28
0,8	44	38	34	39	37	32
0,9	47	41	37	42	41	35
1,0	49	43	39	46	44	38
1,1	50	45	41	48	46	41
1,25	52	47	43	51	49	44
1,5	55	50	46	55	53	49
1,75	58	53	48	58	57	52
2,0	60	55	51	61	59	55
2,25	62	57	53	63	62	57
2,5	64	59	55	65	64	59
3,0	66	62	58	68	66	62
3,5	68	64	61	70	68	64
4,0	70	66	62	71	69	66
5,0	73	69	64	75	72	70

3. Визначивши світловий потік лампи Φ , за таблицею 6.8 вибирають найближчу стандартну лампу, причому її світловий потік не повинен відрізнятись від розрахункового більше ніж на (-10) – (+20) %.

Розраховують необхідну кількість світильників у приміщенні N_H за формулою:

$$N = E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / (\Phi \cdot n \cdot \eta). \quad (6.12)$$

4. Розраховують очікувану освітленість у приміщенні E_p за необхідної кількості світильників N_H і відомих всіх інших значеннях за формулою:

$$E_p = (\Phi \cdot N \cdot n \cdot \eta) / (S \cdot Z \cdot K_3). \quad (6.13)$$

Таблиця 6.8 – Технічні дані деяких ламп розжарювання та люмінесцентних ламп

Лампи розжарювання загального призначення (U=220 В)			Люмінесцентні лампи загального призначення			
Потужність, Вт	Тип лампи*	Світловий потік, лм	Потужність, Вт	Тип лампи*	Світловий потік, лм	Довжина лампи, м
25	В	220	20	ЛДЦ	850	0,6
40	Б	400	20	ЛД	1000	0,6
40	БК	460	20	ЛБ	1200	0,6
60	Б	715	30	ЛДЦ	1500	0,9
60	БК	790	30	ЛД	1800	0,9
100	Б	1350	30	ЛБ	2180	0,9
100	БК	1450	40	ЛДЦ	2200	1,2
150	Г	2000	40	ЛД	2500	1,2
150	Б	2100	40	ЛБ	3200	1,2
200	Г	2800	80	ЛДЦ	3800	1,5
200	Б	2920	80	ЛД	4300	1,5
300	Г	4600	80	ЛБ	5400	1,5

Примітка*: В – вакуумна, Б – біспіральна, БК – біспіральна криптонова, Г – газонаповнена, ЛДЦ – денного світла з покращеним відтворенням кольору, ЛД – денного світла, ЛБ – білого світла.

Приклад 6.2. Розрахувати систему загального рівномірного освітлення для торговельного залу, якщо приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$, $\rho_{\text{стін}} = 50\%$, $\rho_{\text{підлоги}} = 30\%$; висота приміщення $H=3,2\text{ м}$; висота робочих поверхонь (столів) $h_p = 0,9\text{ м}$; відстань від світильника до стелі $h_c = 0,5\text{ м}$. Тип світильників – ЛПО-01. Лампи для світильників за технічними характеристиками обрати самостійно (виходячи із розрахованого приблизного значення світлового потоку однієї лампи).

Дано:

$$H = 3,2\text{ м},$$

$$h_p = 0,9\text{ м},$$

$$\rho_{\text{стелі}} = 70\%,$$

$$\rho_{\text{стін}} = 50\%,$$

$$\rho_{\text{підлоги}} = 30\%,$$

$$\text{розряд і підрозряд робіт} = \text{IV в},$$

$$\text{розмір приміщення} - A \times B = 5 \times 8\text{ м},$$

$$h_c = 0,5\text{ м},$$

тип світильників – ЛПО-01.

$$E_p - ?$$

Рішення

1. Розраховують приблизну кількість світильників загального освітлення у приміщенні за формулою (6.6): $N = (A \cdot B) / L^2$.

A і B – довжина і ширина приміщення, м;

H_p – висота підвісу світильників над рівнем робочої поверхні, м:

$$H_p = H - h_p - h_c = 3,2 - 0,9 - 0,5 = 1,8 \text{ (м)}.$$

$$L = 1,5 \cdot H_p = 1,5 \cdot 1,8 = 2,7 \text{ (м)}.$$

$$N = (A \cdot B) / L^2 = 40 / 2,7^2 = 5,48 = 6 \text{ (од.)}$$

2. Визначають світловий потік однієї лампи світильника Φ за формулою:

$$\Phi = (E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_3) / (N \cdot n \cdot \eta),$$

де E_n – нормована освітленість, лк, визначається за таблицею 6.1 для відповідного розряду зорової роботи;

$$E_n = 200 \text{ лк}$$

K_3 – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп, визначається за довідником (для кабінетів, робочих приміщень громадських будівель, торговельних залів тощо $K_3 = 1,5$ при освітленні газорозрядними лампами, $K_3 = 1,3$ при освітленні лампами розжарювання);

$$K_3 = 1,5$$

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення ($Z = 1,15$ для ламп розжарювання та ДРЛ; $Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп);

$$Z = 1,1$$

N – кількість світильників (розрахована попередньо за формулою 6.6)

n – кількість ламп в світильнику (для світильників з газорозрядними лампами, прийняти тип світильника ЛПО-01 із кількістю ламп $n = 2$);

$$n = 2$$

η – коефіцієнт використання світлового потоку, визначається за світлотехнічною таблицею 6.7 в залежності від індексу приміщення, коефіцієнтів відбиття стелі, стін для світильників з люмінесцентними лампами; значення η визначають в залежності від індексу приміщення і:

$$i = (A \cdot B) / (H_p \cdot (A + B)) = (5 \cdot 8) / (1,8(5+8)) = 40/23,4 = 1,7$$

$$\eta = 57\% = 0,57$$

$$\Phi = (E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_3) / (N \cdot n \cdot \eta) = (200 \cdot 40 \cdot 1,1 \cdot 1,5) / (6 \cdot 2 \cdot 0,57) = 1686,8 \text{ (лм)}.$$

3. Визначивши світловий потік лампи Φ , за таблицею 6.8 вибирають найближчу стандартну лампу, причому її світловий потік не повинен відрізнятись від розрахункового більше ніж на $(-10) - (+20) \%$.

Обираємо лампу з табл.6.8:

Обрано лампу ЛД – денного світла, що має потужність 30 Вт, та довжину 0,9 м та $\Phi = 1800$ лм.

Розрахунок ведемо вже за обраною лампою:

Необхідна кількість світильників у приміщенні:

$$N = E_n S \cdot K_3 \cdot Z / (\Phi \cdot n \cdot \eta) = (200 \cdot 40 \cdot 1,1 \cdot 1,5) / (1800 \cdot 2 \cdot 0,57) = 5,57 = 6 \text{ (од)}$$

4. Розраховують очікувану освітленість у приміщенні E_p за необхідної кількості світильників N_n і відомих всіх інших значеннях за формулою (6.13):

$$E_p = (\Phi \cdot N \cdot n \cdot \eta) / (S \cdot Z \cdot K_3) = (1800 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 0,57) / (40 \cdot 1,5 \cdot 1,1) = 215,2 \text{ (лк)}$$

Відповідь: очікувана освітленість в приміщенні торгового залу, якщо будуть встановлені 6 світильників з 2 лампами ЛД-30 буде дорівнювати 215,2 лк, що забезпечує нормовану освітленість в 200 лк (для категорії зорових робіт IV в).

Завдання для практичної роботи

Завдання 6.1. Розрахувати бокове одностороннє природне освітлення (площу вікон) для виробничої дільниці підприємства громадського харчування. Висота будівлі $H = 3,2$ м, висота робочої поверхні $h_p = 0,9$ м; $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$, $\rho_{\text{стін}} = 50\%$, $\rho_{\text{підлоги}} = 30\%$; вікна мають такі характеристики: скло подвійне, віконні рами – дерев'яні спарені, сонцезахисні пристрої – стаціонарні горизонтальні жалюзі. Будівля знаходиться в місті Чернігові (IV світловий пояс, вікна спрямовані на захід) і навпроти вікон дільниці, що зорієнтовані на захід немає затіняючі об'єктів. Розташування вікон показати, накресливши план дільниці. Необхідні вихідні дані наведені в таблиці 6.9.

Таблиця 6.9 – Вихідні дані до завдання 6.1.

Вихідні дані	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Розмір об'єкту розрізнення, мм	1	2	0,5	1	3	0,5	2	4	1	0,5
Розмір приміщення, м	20×10	30×10	40×10	20×20	15×10	20×10	15×15	10×10	5×6	30×10

Завдання 6.2. Розрахувати систему загального рівномірного освітлення для торговельного залу, якщо приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$, $\rho_{\text{стін}} = 50\%$, $\rho_{\text{підлоги}} = 30\%$; висота приміщення $H=3,2\text{м}$; висота робочих поверхонь (столів) $h_p = 0,9\text{ м}$; відстань від світильника до стелі $h_c = 0,5\text{ м}$ (для світильників з лампами розжарювання). Тип світильників – ЛПО-01. Лампи для світильників за технічними характеристиками обрати самостійно (виходячи із розрахованого приблизного значення світлового потоку однієї лампи). Інші вихідні дані наведені в таблиці 6.10.

Таблиця 6.10 – Вихідні дані до завдання 6.2.

Вихідні дані	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Розряд і підрозряд робіт	IV б	IV б	V а	IV в	V б	V в	IV г	V г	IV г	VI
Розмір приміщення, м	20×10	12×5	14×10	15×10	16×10	14×15	10×10	15×10	20×10	15×5

Висновки: зробіть висновки за кожним завданням роботи.

Контрольні запитання

1. Як класифікується природне освітлення?
2. Дайте визначення поняттю “коефіцієнт природного освітлення”.
3. Від яких факторів залежить освітленість робочої поверхні або об'єкта, що розглядається?
4. Як нормується природна освітленість на робочих місцях?

5. Що означає поняття "розмір об'єкта розрізнення"?
6. В чому полягає розрахунок природного освітлення? Які дані для цього необхідні?
7. Для чого вводяться коефіцієнти будівлі та нерівномірності у розрахунку природного освітлення?
8. Якими приладами вимірюється освітленість?
9. Які класифікується штучне освітлення?
10. В яких одиницях нормується штучне освітлення.
11. Які є методи розрахунку штучного освітлення?
12. Як проводиться розрахунок штучного освітлення за методом використання коефіцієнта світлового потоку?
13. Які джерела світла використовуються для організації загального освітлення виробничих приміщень? Назвіть переваги та недоліки?
14. Які джерела світла можна використовувати для організації місцевого освітлення?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 7
ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ НЕБЕЗПЕКИ УРАЖЕННЯ ЛЮДИНИ
ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ

Мета роботи: ознайомитися із причинами ураження людини електричним струмом та факторами, які впливають на його наслідки; навчитись оцінювати тяжкість ураження людини в різних умовах та величину напруги кроку.

Короткі теоретичні відомості

Електробезпека – система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої та небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електричного поля і статичної електрики.

Електротравма – травма, спричинена дією на організм людини електричного струму або електричної дуги.

Електроустановки – машини, апарати, лінії електропередач і допоміжне обладнання (разом із спорудами, приміщеннями, в яких вони розташовані), призначенні для виробництва, перетворення, трансформації, передачі, розподілу електричної енергії та перетворення її в інші види енергії.

Електроприміщення – приміщення або відгороджені, наприклад сітками, частини приміщень, доступні тільки для кваліфікованого обслуговуючого персоналу, в яких розміщені електроустановки.

Відкриті або *зовнішні електроустановки* – електроустановки не захищені будівлею від атмосферного впливу.

Закриті або *внутрішні електроустановки* – установки, захищені будівлею від атмосферного впливу.

Число електротравм складає 0,5...1 % від загальної кількості травм на виробництві, але серед всіх травм із смертельним наслідком електротравми складають 20...40 %. Причому, в електроустановках з напругою менше 1000 В число нещасних випадків в 3 рази більше, ніж в електроустановках вище 1000 В. Із загальної кількості смертельних електротравм 60...85 % – це

електротравми в електроустановках до 1000 В, а саме 127...380 В, які широко розповсюджені в техніці і побуті.

Дія електричного струму на організм людини має декілька особливостей:

- несподіваність ураження, яка пов'язана із відсутністю у людини органів чуття (рецепторів), за допомогою яких можна виявити напругу на відстані;
- можливість дистанційної дії, що проявляється в ураженні людини через електричну дугу, або крокову напругу;
- рефлекторна дія через центральну нервову систему, яка призводить до порушення роботи серця і легенів.

Електричний струм, проходячи через організм людини спричиняє *термічну, електролітичну та біологічну дію.*

Термічна дія струму полягає в нагріванні тканини, випаровуванні вологи із неї, що викликає опіки, обуглювання тканин та їх розриви парою. Тяжкість термічної дії струму залежить від величини струму, опору його проходженню та часу проходження.

Електролітична дія струму проявляється в електролізі крові та плазми, що призводить до зміни їхніх фізико-хімічних та біохімічних властивостей.

Біологічна дія струму проявляється у подразненні і збудженні тканин організму. Збудження тканин внаслідок прямої (контактної) дії струму може проявлятися у вигляді мимовільного, непередбачуваного скорочення м'язів.

Фактори, які визначають тяжкість ураження електричним струмом поділяються на дві групи: фактори електричного та неелектричного характеру.

Основні *фактори електричного характеру* – це струм, який проходить крізь людину, напруга під яку вона потрапляє, опір її тіла, вид і частота струму.

Основним уражуючим фактором є *струм*, але первинним є *напруга* (в розетці струму немає).

За характером дії на організм людини виділяють:

- *відчутний струм* – викликає при проходженні через організм відчутні подразнення;

– *невідпускаючий* – викликає при проходженні через організм непереборні судомні скорочення м'язів руки, в якій затиснуто провідник (людина сама не може відірватися від провідника);

– *фібриляційний* – викликає при проходженні через організм фібриляцію серця.

Таблиця 7.1 - Порогові значення електричного струму

Назва струму	Величина струму, мА	
	Змінний, $f = 50$ Гц	Постійний
Пороговий відчутний	0,5...1,5	5,0...7,0
Пороговий невідпускаючий	10...15	50...80
Пороговий фібриляційний	80...100	300

Величина напруги, під яку потрапляє людина, впливає на тяжкість ураження електричним струмом, бо зі збільшенням прикладеної до тіла напруги зменшується опір тіла людини

Вид і частота струму. При напрузі до 250...300 В більш небезпечним є змінний струм частотою 50 Гц, а при більшій напрузі більш небезпечним є постійний струм.

До факторів *неелектричного характеру*, які впливають на наслідки ураження електричним струмом належать: шлях струму через тіло людини, індивідуальні особливості і стан організму людини; тривалість дії струму, раптовість і непередбачуваність дії струму.

Шлях струму крізь тіло людини суттєво впливає на характер ураження. Особливо небезпечно, коли струм проходить через життєво важливі органи. Можливі шляхи проходження струму через тіло людини називають петлями струму. Існує більше 20 петель струму. Серед випадків із тяжкими і смертельними наслідками частіше спостерігаються петлі “голова-рука”, “рука-рука”, “права рука-ноги”, “ліва рука-ноги”. Відносно безпечний шлях – “нога-нога”.

Час дії струму на організм є дуже важливим фактором – чим він більший тим більша вірогідність тяжкого чи смертельного наслідку. Зі збільшенням часу дії струму зменшується опір тіла людини за рахунок зволоження від поту та електролітичних процесів в тканинах, поширюється пробій шкіри, послаблюються захисні сили організму, збільшується вірогідність збігу максимуму струму, що протікає крізь людину з найбільш вразливою фазою Т кардіоциклу.

До індивідуальних особливостей організму, які впливають на тяжкість ураження електричним струмом, при інших незмінних факторах, належать: чутливість організму до дії струму, психічні особливості та риси характеру (холерики і меланхоліки більше потерпають від дії струму ніж сангвініки і флегматики). Тяжкість ураження електричним струмом залежить також від стану організму: маса тіла людини; фізичний розвиток; стан нервової системи в цілому; стать (жінки більш вразливі, у них менший опір тіла, більш ніжна шкіра); наявність алкоголю в крові; наявність хвороб (шкіри, серцево-судинної системи тощо).

Фактори раптовості дії струму. За несподіваного потрапляння людини під напругу захисні функції організму не налаштовані на небезпеку. Коли людина усвідомлює можливість попадання під напругу, то небезпека ураження різко зменшується.

Безпосередніми причинами ураження людей електричним струмом є наступні:

– дотик до неізольованих струмоведучих частин електроустановок, які знаходяться під напругою, або до ізольованих при фактично пошкодженій ізоляції;

– дотик до неструмоведних частин електроустановок або до електрично зв'язаних з ними металоконструкцій які опинилися під напругою;

– дія напруги кроку;

– ураження через електричну дугу.

Дотик може бути одно- або двополюсним у однофазних мережах або у мережах постійного струму та одно- або двофазним у трифазних мережах.

В однофазній мережі, ізольованій від землі, за непошкодженої ізоляції (рисунок 7.1) величина струму через тіло людини практично не залежить від опору тіла людини і визначається опором ізоляції проводу до якого доторкнулась людина відносно землі. Величину струму через людину можна визначена як:

$$I_{л} = \frac{U}{2R_{л} + r_{із}}, A, \quad (7.1)$$

де U – напруга мережі, В; $R_{л}$ – опір людини ($R_{л} = R_{тіла} + R_{взуття} + R_{підлоги}$), Ом; $r_{із}$ – опір ізоляції проводів відносно землі, Ом.

В знаменнику $R_{л}$ при розрахунку струму через людину за несприятливих умов (відсутності ізолюючого взуття, підлоги) приймають як $R_{тіла}$ в межах 10^3 Ом, а $r_{із}$ відповідно до чинних нормативів на декілька порядків більше.

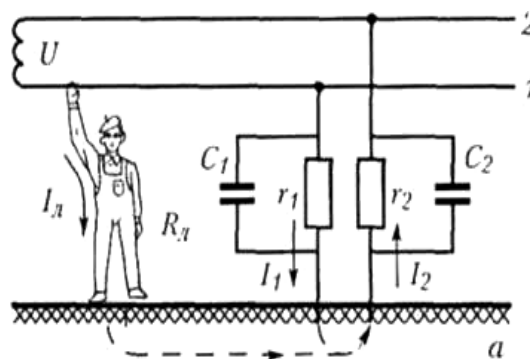


Рисунок 7.1 – Принципова схема включення людини під напругу в однофазній мережі ізольованій від землі в нормальному режимі роботи

У разі двополюсного дотику, струм через людину визначається за наступною формулою

$$I_{л} = \frac{U}{R_{Т}}, A \quad (7.2)$$

де U – напруга мережі, В; $R_{Т}$ – опір тіла людини, Ом ; $R_{Т} = 1000$ Ом.

Приклад 7.1. Розрахувати струм, що проходить крізь тіло людини, випадку її однополюсного та двополюсного дотику до струмопровідної частини електроустановки на однофазній мережі. Оцінити небезпеку таких включень для людини, порівняти отримані значення з допустимими.

Дано:

$$U = 220 \text{ В}$$

$$R_T = 1000 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{підлоги}} = 100 \text{ кОм} = 100 \cdot 10^3 \text{ Ом}$$

$$r_{\text{із}} = 50 \text{ кОм} = 50 \cdot 10^3 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{взуття}} = 50 \text{ кОм} = 50 \cdot 10^3 \text{ Ом}$$

$$I_{\text{л}}^1 - ?$$

$$I_{\text{л}}^2 - ?$$

Рішення.

1) Величину струму через людину для однополюсного дотику можна визначити за ф.7.1:

$$I_{\text{л}} = \frac{U}{2R_{\text{л}} + r_{\text{із}}}, A,$$

де U – напруга мережі, В;

$R_{\text{л}}$ – опір людини ($R_{\text{л}} = R_{\text{тіла}} + R_{\text{взуття}} + R_{\text{підлоги}}$), Ом;

$r_{\text{із}}$ – опір ізоляції проводів 1 і 2 відносно землі, Ом.

$$I_{\text{л}}^1 = 220 / (2(1000 + 50000 + 100000) + 50000) = 220 / 352000 = 0,000625 \text{ (А)} = 0,625 \cdot 10^{-3} \text{ А} = 0,625 \text{ мА}$$

За табл.7.1 - $I_{\text{л}}^1 = 0,625 \text{ мА}$ – відчутна сила струму.

2) Величину струму через людину для двополюсного дотику можна визначити за ф.7.2:

$$I_{\text{л}} = \frac{U}{R_T}, A.$$

$$I_{\text{л}}^2 = 220 / 1000 = 0,22 \text{ (А)} = 220 \text{ мА}$$

За табл.7.1 - $I_{\text{л}}^2 = 220 \text{ мА}$ – фібриляційна (смертельна) сила струму.

Іншою причиною ураження людини електричним струмом є *напруга кроку*, що виникає при обриві проводів ліній електропередач та їх контакті з землею, пробіі кабельних ліній на землю, замиканні на неструмоведні елементи електроустановок, що мають контакт з землею, дотику людини, яка стоїть на землі, до струмоведучих частин під напругою тощо земля стає елементом електричної мережі замикання на землю.

При проходженні струму по землі на її поверхні виникає специфічне поле потенціалів, характер якого визначається видом контакту, властивостями ґрунту тощо.

Наприклад для напівсферичного заземлювача, що опинився під напругою в результаті аварійної ситуації закон розподілу потенціалів представлено на рис. 7.2. Розподіл потенціалів на поверхні землі навколо напівсферичного заземлювача відповідає рівнянню гіперболи, а значення потенціалів змінюється від свого максимального значення φ_3 до нуля при віддаленні від заземлювача (рисунок 7.2).

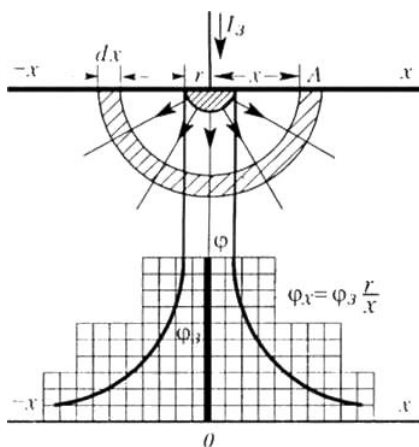


Рисунок 7.5 – Розподіл потенціалів на поверхні землі навколо напівсферичного заземлювача

Практично зона підвищених потенціалів на поверхні землі відносно її нульового потенціалу при замиканні на землю через напівсферичний заземлювач і однорідному ґрунті обмежується колом із радіусом близько 20 м. Переміщуючись в цій зоні, людина попадає під так звану *напругу кроку* – напругу між двома точками на поверхні землі, які знаходяться одна від одної на відстані кроку і на яких одночасно стоїть людина.

З наближенням до заземлювача величина крокової напруги зростає і при напрузі мережі живлення 0,4 кВ вона може бути небезпечною для людини. Тому “Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів” за наявності замикання на землю забороняють наближатися до місця замикання ближче 8 м поза

приміщенням і 4 м в приміщенні без застосування засобів захисту – діелектричні боти, калоші, суха дошка тощо.

В загальному вигляді величина напруги кроку може бути визначена як різниця між φ_x та φ_{x+a} , де a – величина кроку, м (0,8 м), відповідно до чого

$$U_k = I \frac{\rho}{2\pi x} - I \frac{\rho}{2\pi(x+a)} = I \frac{\rho \cdot a}{2\pi x(x+a)}, \quad (7.3)$$

де U_k – напруга кроку, В;

I – струм замикання на землю, А;

ρ – питомий опір ґрунту, Ом·м,

x – відстань від заземлювача до людини, м;

a – ширина кроку, м.

Таким чином, величина напруги кроку прямо пропорційна силі струму замикання на землю, питомому опору провідника та величині кроку і обернено пропорційна відстані від заземлювача.

Заходи захисту людини від дії напруги кроку зводяться до розірвання мережі струму через людину по петлі “нога-нога”, або до різкого збільшення опору в цій петлі зі рахунок використання різних підручних засобів. За необхідності невідкладного входу в зону небезпечної напруги кроку для надання допомоги потерпілим і т.ін. та за відсутності засобів захисту, доцільно переміщуватись в цій зоні обережно, пересуваючи ступні по землі так, щоб вони постійно торкалися одна одної.

Дотик людини до корпусу ушкодженого обладнання або до корпусу обладнання, з'єднаного з ушкодженим загальним колом заземлення, зумовлює потрапляння людини під напругу дотику. **Напруга дотику** – це напруга між двома точками кола електричного струму, яких одночасно торкається людина, і дорівнює різниці потенціалів корпусу і точок поверхні ґрунту, де знаходяться ноги людини:

$$U_{\text{дот}} = \varphi_k - \varphi_x, \quad (7.4)$$

де φ_k – потенціал корпусу електроустановки, якої торкається людина, В;

φ_x – потенціал в точці на поверхні ґрунту, де знаходяться ноги людини, В.

Напруга дотику, на відміну від напруги кроку, збільшується при віддаленні від заземлювача і за межами зони розтікання струму вона дорівнює напрузі на корпусі обладнання відносно землі. Захист від напруги дотику – вирівнювання потенціалів (встановлення електропровідної підлоги).

Приклад 7.2. Визначити напругу кроку при переміщенні людини в зоні розтікання струму з напівсферичного заземлювача для різної відстані від заземлювача. Ширина кроку 0,8 м.

Дано:

$$I_3 = 150 \text{ А}$$

$$\rho = 50 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$a = 0,8 \text{ м}$$

$x_1, \text{ м}$	$x_2, \text{ м}$	$x_3, \text{ м}$	$x_4, \text{ м}$	$x_5, \text{ м}$
1	5	10	15	20

$$U_k^x - ?$$

Рішення.

За ф.7.3 знаходимо значення напруги кроку:

$$U_k = I \frac{\rho}{2\pi x} - I \frac{\rho}{2\pi(x+a)} = I \frac{\rho \cdot a}{2\pi x(x+a)}$$

де U_k – напруга кроку, В;

I – струм замикання на землю, А;

ρ – питомий опір ґрунту, Ом·м;

x – відстань від заземлювача до людини, м;

a – ширина кроку, м.

$$U_k^1 = (150 \cdot 50 \cdot 0,8) / (2 \cdot 3,14 \cdot (1+0,8)) = 530,7 \text{ (В)};$$

$$U_k^2 = (150 \cdot 50 \cdot 0,8) / (2 \cdot 3,14 \cdot (5+0,8)) = 164,7 \text{ (В)};$$

$$U_k^3 = (150 \cdot 50 \cdot 0,8) / (2 \cdot 3,14 \cdot (10+0,8)) = 88,5 \text{ (В)};$$

$$U_k^4 = (150 \cdot 50 \cdot 0,8) / (2 \cdot 3,14 \cdot (15+0,8)) = 60,5 \text{ (В)};$$

$$U_k^5 = (150 \cdot 50 \cdot 0,8) / (2 \cdot 3,14 \cdot (20+0,8)) = 45,9 \text{ (В)}.$$

Відповідь: при переміщенні людини в зоні розтікання струму з напівсферичного заземлювача встановлено зміна напруги кроку від 530,7 В до 45,9 В.

Завдання для практичної роботи

Завдання 7.1. Визначити силу струму, що протікає через тіло людини у випадку її однополюсного та двополюсного дотику в однофазній мережі. $U = 220$ В. Інші вихідні дані: опір тіла людини $R_{\text{тіла}}$, кОм, опір підлоги $R_{\text{підлоги}}$, кОм, опір ізоляції $r_{\text{із}}$, кОм і опір взуття $R_{\text{взуття}}$, кОм наведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Вихідні дані до завдання 7.1

Вихідні дані	Варіанти									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$R_{\text{тіла}}$, кОм	1,0	0,9	1,1	1,3	1,2	0,95	1,05	0,8	1,15	0,85
$R_{\text{підлоги}}$, кОм	1,4	50	22	97	15	1,5	3,0	10	2,5	99
$r_{\text{із}}$, кОм	100	100	200	300	100	300	200	200	300	100
$R_{\text{взуття}}$, кОм	1,5	7,5	0,5	900	25	2,0	1,0	700	0,7	80

Завдання 7.2. Визначити напругу кроку при переміщенні людини в зоні розтікання струму з напівсферичного заземлювача для різної відстані від заземлювача. Ширина кроку 0,8 м. За одержаними даними побудуйте залежність $U_{\text{кр}}=f(x)$, зробіть висновки. Необхідні вихідні дані: струм замикання на землю I , А, вид ґрунту, відстань від заземлювача x , м наведені в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Вихідні дані до завдання 7.2

Варіант	I , А	ρ , Ом·м,	x_1 , м	x_2 , м	x_3 , м	x_4 , м	x_5 , м
1	160	20	1,2	3,2	7,2	13,7	20,7
2	170	30	1,0	3,0	7,0	13,5	20,5
3	180	50	0,9	2,9	6,9	13,4	20,4
4	190	60	1,1	3,1	7,1	13,6	20,6
5	200	100	1,6	3,6	7,4	14,1	20,1
6	210	300	1,3	3,3	7,3	13,8	20,8
7	220	500	0,7	2,7	6,7	13,2	20,2
8	230	2000	0,8	2,8	6,8	13,3	20,3
9	240	4000	1,4	3,4	7,4	13,9	20,9
0	250	20	1,1	3,1	7,1	13,6	20,6

Висновки: зробіть висновки за кожним завданням роботи.

Контрольні питання

1. Назвіть основні причини ураження людини електричним струмом.
2. Охарактеризуйте дію електричного струму на організм людини.
3. Які фактори впливають на наслідки ураження електричним струмом.
4. Якими параметрами визначаються наслідки ураження людини електричним струмом?
5. Якими параметрами визначаються наслідки ураження людини електричним струмом в однофазних мережах?
6. Що таке напруга кроку? Як вона змінюється при віддаленні від місця обриву проводу?
7. Що таке напруга дотику? Як вона змінюється при віддаленні від пошкодженого обладнання?
8. Як здійснюється розрахунок напруги кроку та напруги дотику?
9. Як визначити величину сили струму, що буде проходити через тіло людини у разі двополюсного та однополюсного дотику в однофазній мережі?
10. Які заходи забезпечення електробезпеки існують?.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Законодавство і нормативно-правові документи

1. Конституція України. Основний закон. – К., 1996.
2. Закон Ураїни «Про охорону праці». – К., 1992.
3. Кодекс цивільного захисту України. Верховна Рада України – <http://www.rada.gov.ua>
4. Закон України “Про правовий режим надзвичайного стану” № 1550-III від 16.03 2000 із змінами і доповненнями, внесеними законами України.
6. Про охорону здоров'я: Закон України. – К., 1992.
7. Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення: Закон України // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 27.
8. Закон України “ Про захист людини від інфекційних хвороб”. – К. 06.04.2000. №1645-III.
9. Закон України “ Про зону надзвичайної екологічної ситуації”. – К.13.07.2000.- №1908-III.
10. Закон України “ Про об’єкти підвищеної небезпеки”. – К.18.01.2001.-№2245-III.
12. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища". – К.: Відомості Верховної Ради України, 1991. – № 41.

Основна література

13. Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. Навч. посіб. / За ред. Є.П.Желібо. 6-е вид. – К.: Каравела, 2011. – 344 с.
14. Безпека життєдіяльності. Навч. посіб. / В. В. Зацарний, О. В. Зацарна, О. В.Землянська, Д. В. Зеркалов. – К.: Основа, 2016. - 204 с.
15. Зеркалов Д.В. Безпека життєдіяльності та охорона праці. Монографія. – К.: Основа, 2015. - 978 с.

Допоміжна

1. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Практикум для ЗВО всіх галузей знань/ Укл.: Денисова Н.М., Костенко І.А., Буяльська Н.П. – Чернігів: НУЧП, 2020. – 67 с.
2. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для ЗВО всіх галузей знань / Укл.: Костенко І.А., Денисова Н.М., Челябієва В.М – Чернігів: НУ “Чернігівська політехніка”, 2020. – 68 с.
3. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи ЗВО всіх галузей знань / Укл.: Денисова Н.М., Костенко І.А., Буяльська Н.П. – Чернігів: НУ “Чернігівська політехніка”, 2020. – 24 с.
4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Курс лекцій: Навчальний посібник / А.І. Ткачук, О.В. Пуляк. – Кропивницький: ПП "Центр оперативної поліграфії "Авангард". – 2017. – 184 с.
5. Безпека праці та промислова санітарія. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. інж., екон. напр. підгот.(Під грифом МОНУ)/Ткачук К.Н., Гуменюк О.Л., Бівойно Т.П., Денисова Н.М., Челябієва В.М., Ткачук К.К., Буяльська Н.П.// Чернігів: ЧДТУ, 2011. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM): кольор.; 12 см. -Систем. вимоги: Pentium - 266; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP. - Назва з титул. екрану.- 360 с.
6. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний та ін. - К.: Основа, 2006 - 448 с.
7. Запорожець О. І., Протоєрейський О. С., Франчук Г. М., Боровик І. М. Основи охорони праці. Підручник. - К.: Центр учбової літератури, 2009. - 264 с.
8. Основи охорони праці: / В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін.; за ред. проф. В. В. Березуцького. - Х.: Факт, 2005. - 480

Інформаційні ресурси

1. Система дистанційного навчання ЧНТУ. Курс: – Безпека життєдіяльності та основи охорони праці [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://eln.stu.cn.ua/>
2. Верховна Рада України URL: <http://portal.rada.gov.ua>
3. Офіційне інтернет-представництво Президента України URL: <https://www.president.gov.ua>
4. Кабінет Міністрів України URL: <http://www.kmu.gov.ua>
5. Міністерство освіти і науки України URL: <http://www.mon.gov.ua>
6. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України URL: <http://www.menr.gov.ua>
7. Державна служба України з питань надзвичайних ситуацій URL: <https://www.dsns.gov.ua>
8. Рада національної безпеки і оборони України URL: <https://www.rnbo.gov.ua>
9. Державна служба України з питань праці URL: <https://dsp.gov.ua>
10. Фонд соціального страхування України URL: <http://www.fssu.gov.ua/fse/control/main/uk/index>