

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«Харківський політехнічний інститут»

**БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.  
ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

Текст лекцій  
для студентів заочного навчання за спеціальностями  
електроенергетичного, механіко-технологічного  
та машинобудівного факультетів бакалаврського рівня

Затверджено  
редакційно-видавничою  
радою університету,  
протокол № 2 від 25.06.2015 р.

Харків  
НТУ «ХПІ»  
2016

УДК 574 (075.8)  
ББК 20.1я2  
Б40

Авторський колектив:

*О. Г. Янчик, В. В. Горбенко, С. В. Котлярова,  
В. В. Макаренко, Н. Д. Устинова*

Рецензенти:

*Ю. О. Градиський*, канд. техн. наук, доц., Харківський національний  
технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка;  
*В. Ф. Райко*, канд. техн. наук, проф., Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут».

**Безпека** життєдіяльності. Основи охорони праці : текст  
Б40 лекцій / О. Г. Янчик, В. В. Горбенко, С. В. Котлярова та ін. –  
Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – 164 с.

ISBN 978-617-05-0214-8

Текст лекцій містить конспект лекцій, практичне заняття, контрольну роботу та контрольні питання з курсу «Безпека життєдіяльності. Основи охорони праці». Викладено методичні вказівки щодо виконання самостійної роботи студентам.

Призначено для студентів заочного навчання енергетичного, механіко-технологічного та машинобудівного факультетів НТУ «ХПІ», бакалаврського рівня.

Табл. 18. Бібліограф.: 26 назв.

УДК 574 (075.8)  
ББК 20.1я2

ISBN 978-617-05-0214-8

© Авторський колектив, 2016

## Зміст

Вступ .....	4
1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА .....	8
Тема 1. Загальні питання з безпеки життєдіяльності. небезпека. ризик, як оцінка небезпек .....	8
Тема 2. Людина в системі «людина – техніка – середовище» .....	26
Тема 3. Загальні питання з охорони праці. організація охорони праці на підприємствах .....	26
Тема 4. Основи виробничої санітарії .....	50
Тема 5. Безпека виробничих процесів та устаткування. Основи електробезпеки та пожежної профілактики .....	81
Питання для самоконтролю .....	123
2. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ .....	124
Практичне заняття № 1 «Кількісна оцінка ризику» .....	124
Практичне заняття № 2 «Розрахунок природного освітлення» ....	132
Практичне заняття № 3 «Розрахунок штучного освітлення» .....	138
3. ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ ....	144
Перелік теоретичних питань .....	146
Завдання на виконання практичної роботи «Розрахунок захисного заземлення однофазних ( <i>трифазних</i> ) споживачів» .....	146
Правила оформлення контрольного завдання .....	155
Додатки .....	157
Список джерел інформації .....	161

## ВСТУП

Метою цього навчального видання визначити зміст та обсяг навчального матеріалу з курсу «Безпека життєдіяльності. Основи охорони праці» (далі – дисципліна), що необхідний для формування знань для подальшого виконання функціональних обов'язків випускниками відповідних спеціальностей. Текст лекцій розроблений відповідно до робочих і навчальних програм за напрямками підготовки бакалаврів.

Під час установочної сесії студенти вивчають основні положення курсу на лекційних заняттях. Видання сприяє організації самостійного вивчення матеріалу, а також допомагає студенту перевірити рівень засвоєних ним знань з курсу дисципліни. Після самостійного вивчення навчального матеріалу, студент виконує контрольну роботу, яка дозволяє оцінити рівень засвоєних ним знань за курсом викладачу. Якщо робота не відповідає діючим вимогам НТУ «ХПІ» викладач повертає її на доопрацювання для усунення зроблених зауважень. Оформлену контрольну роботу студент захищає у співбесіді з викладачем – рецензентом.

Знання з курсу дисципліни використовуються під час проходження переддипломної практики, а також при розробці розділу «Охорона праці та навколишнього середовища» у дипломній роботі (проекті).

Навчальна дисципліна займає провідне місце у структурно-логічній схемі підготовки фахівця за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр», оскільки є дисципліною, що використовує досягнення та методи фундаментальних та прикладних наук з філософії, біології, фізики, хімії, соціології, психології, екології, економіки, менеджменту тощо і дозволяє випускнику вирішувати професійні завдання за спеціальністю з урахуванням ризику виникнення внутрішніх і зовнішніх небезпек, що спричиняють надзвичайні ситуації, та їхніх негативних наслідків, а також ознайомлює із структурою охорони праці на виробництві, умовами та вимогами виробничої санітарії, безпекою виробничих процесів та устаткування, основами електробезпеки та захистом працівників від ураження електричним струмом і пожежної профілактики.

Це забезпечує можливість викладання цієї дисципліни з урахуванням професійної орієнтації студентів.

## **Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Мета вивчення дисципліни** полягає:

- у набутті студентом 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;

- надання знань, умінь, здатностей для здійснення ефективної професійної діяльності шляхом забезпечення оптимального управління охороною праці на підприємствах (об'єктах господарської, економічної та науково-освітньої діяльності), формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку й усвідомлення необхідності обов'язкового виконання в повному обсязі всіх заходів гарантування безпеки праці на робочих місцях.

**Завдання вивчення дисципліни** передбачає:

- 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 набутті студентами знань, умінь і здатностей ефективно вирішувати завдання професійної діяльності з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці та гарантуванням збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у різних сферах професійної діяльності.

В результаті вивчення дисципліни бакалаври у відповідних напрямках підготовки повинні мати такі головні загальнокультурні та професійні компетенції.

**Загальнокультурні компетенції** охоплюють:

- культуру безпеки і ризик-орієнтоване мислення, при якому питання безпеки, захисту й збереження навколишнього середовища розглядаються як найважливіші пріоритети в житті й діяльності;

- знання сучасних проблем і головних завдань 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;
- вміння оцінити середовище перебування щодо особистої безпеки, безпеки колективу, суспільства, провести моніторинг небезпечних ситуацій та обґрунтувати головні підходи та засоби збереження життя, здоров'я та захисту працівників в умовах загрози і виникнення небезпечних та надзвичайних ситуацій;
- здатність приймати рішення щодо безпеки в межах своїх повноважень.

**Професійні компетенції** за видом діяльності охоплюють:

***виробничо-технологічна діяльність:***

- ✓ здатність орієнтуватися в основних методах і системах забезпечення техногенної безпеки, обґрунтовано вибирати відомі пристрої, системи та методи захисту людини і природного середовища від небезпек;
- ✓ вміння оцінити сталість функціонування об'єкта господарювання в умовах надзвичайних ситуацій та обґрунтувати заходи щодо її підвищення;
- ✓ вміння обґрунтувати та забезпечити виконання комплексу робіт на об'єкті з попередження виникнення надзвичайних ситуацій, локалізації та ліквідації їхніх наслідків;
- ✓ обґрунтування вибору безпечних режимів, параметрів, виробничих процесів (в галузі діяльності);
- ✓ ефективне виконання функцій, обов'язків і повноважень з охорони праці на робочому місці, у виробничому колективі;
- ✓ проведення заходів щодо усунення причин нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві;

***організаційно-управлінська діяльність:***

- здатність орієнтуватися в основних нормативно-правових актах у галузі забезпечення безпеки;
- знання організаційно-правових заходів забезпечення безпечної життєдіяльності та вміння обґрунтувати та забезпечити

виконання у повному обсязі заходів з колективної та особистої безпеки;

- вміння забезпечити координацію зусиль виробничого колективу в попередженні виникнення надзвичайних ситуацій та ліквідації їх наслідків;
- проведення заходів з профілактики виробничого травматизму та професійної захворюваності;
- здатність до організації діяльності у складі первинного виробничого колективу з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці;

***проектно-конструкторська діяльність:***

- ✓ вміння ідентифікувати небезпечні чинники природного та техногенного середовищ і віднайти шляхи відвернення їхньої уражаючої дії, використовуючи імовірнісні структурно-логічні моделі;
- ✓ вміння оцінити безпеку технологічних процесів й обладнання та обґрунтувати заходи щодо її підвищення;
- ✓ вміння обґрунтувати нормативно-організаційні заходи забезпечення безпечної експлуатації технологічного обладнання та попередження виникнення надзвичайних ситуацій;
- ✓ впровадження безпечних технологій, вибір оптимальних умов і режимів праці, проектування та організація робочих місць на основі сучасних технологічних та наукових досягнень в галузі охорони праці.

Загальна кількість годин: 72 години; 2 кредити.

Форма контролю: контрольна робота, екзамен.

# 1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

## Тема 1

### ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ З БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ. НЕБЕЗПЕКА. РИЗИК, ЯК ОЦІНКА НЕБЕЗПЕК

1. Загальні питання за безпеки життєдіяльності людини.
2. Шкідливі та небезпечні чинники життєвого середовища.
3. Загальні поняття аналізу та оцінки ризиків. якісний і кількісний аналіз рівня ризиків.

#### *Питання 1.*

#### **Загальні питання з безпеки життєдіяльності людини**

Потенціальна небезпека стає реальною у тому випадку, коли вона впливає на об'єкт. Кожна складова оточуючого нас середовища може бути об'єктом, який необхідно захищати від небезпеки. До об'єктів належать: людина, суспільство, держава, біосфера, техносфера і тощо. Основним бажаним станом об'єктів є безпечний. Стан безпеки досягається або при повній відсутності впливу конкретної небезпеки, або за умови, коли вплив небезпеки на об'єкт знижено до крайнє припустимого рівня впливу. Виходячи з цього, можна дати таке визначення безпеки.

**Безпека** – це стан об'єкта, коли вплив на нього всіх потоків речовини, енергії та інформації не перевищує максимально допустимих значень.

**Життєдіяльність людини** – це сукупність біологічних, фізичних та соціальних явищ, які характеризують спосіб існування індивідуума, груп та суспільства в цілому.

Враховуючи те, що потоки речовин, енергії та інформації мають натуральну, техногенну та антропогенну природу, вони багато в чому залежать від масштабів діяльності людини та від середовища існування.

**Середовище існування** – це оточуюче людину середовище, що в даний момент зумовлене сукупністю факторів (фізичних, хімічних, біологічних, соціальних), які здатні учинити прямий або непрямий миттєвий чи віддалений вплив на діяльність людини, її здоров'я та потомство.

Взаємодія людини із середовищем існування може бути позитивною та негативною, характер взаємодії визначається потоками речовин, енергії та інформації.

Людина та оточуюче її середовище гармонічно взаємодіють і розвиваються лише в комфортних умовах, коли потоки речовини, енергії та інформації знаходяться у межах, які благоприємно сприймаються людиною та природним середовищем.

**Комфорт** – зручності, благоустрій, затишок, спокій.

Усі живі організми можуть існувати в біосфері.

**Біосфера** – зона життя на Землі, що включає нижній шар атмосфери, гідросферу та верхній шар літосфери.

На усіх етапах свого розвитку людина та суспільство безперервно впливали на біосферу. І якщо протягом багатьох століть цей вплив був незначним, то, починаючи з середини 19 століття, роль людини у розвитку середовища проживання стала значно підвищуватися.

У ХХ столітті на Землі виникли зони підвищеного антропогенного та технічного впливу на біосферу.

Великомасштабний розвиток енергетики, промисловості, сільськогосподарства, транспорту, військової справи призвів до руйнування біосфери у багатьох регіонах нашої планети і створення нового типу середовища проживання – техносфери.

**Техносфера** – зона, частина біосфери в минулому, перетворення людьми за допомогою прямої чи непрямої дії технічних засобів з ціллю найкращої відповідності своїм матеріальним або соціально-економічним потребам (техносфера – міста або промислові зони, виробниче або побутове середовища).

Створюючи техносферу, людина прагнула до підвищення комфортності середовища проживання, забезпечення захисту від природних негативних впливів. Це благо приємно позначилося на умовах і тривалості життя людини (вона суттєво підвищилася). Але створена руками та розумом людини техносфера багато в чому не виправдала сподівання людей. Виробниче, міське та побутове середовища виявилися далекими за рівнем безпеки від допустимих вимог.

Поява техносфери призвела до того, що біосфера в багатьох регіонах нашої планети стала активно заміщуватися техносферою.

На планеті залишилося мало територій з непорушеними екосистемами. Найбільше вони зруйновані у розвинутих країнах – в Європі, Східній Америці, Японії. Так, площа непорушеної території на Європейському континенті складає лише 15,6 % і являє со-

бою невеликі плями біосфери, оточені з усіх сторін порушеними діяльністю людини територіями. Ці території не підпадають під дію техносферного тиску. Таким чином, техносфера приходить на зміну біосфері. До нових, техносферних відносяться умови перебування людини у містах, промислових центрах, виробничі, транспортні, побутові умови життєдіяльності. Більшість населення планети проживає в техносфері, де умови проживання значно відрізняються від біосферних.

У зв'язку з цим останнім часом активно розвивається вчення про безпеку життєдіяльності людини в техносфері. Основна ціль вчення – захист людини від негативного впливу антропогенного та природного походження, досягнення комфортних умов життєдіяльності.

Засобом досягнення цієї цілі є оволодіння та реалізація суспільством знань та умінь, що спрямовані на зменшення фізичних, хімічних, біологічних та інших негативних впливів до допустимих значень, на створення комфортних умов для життя.

**Безпека життєдіяльності людини** – наука про комфортну та безпечну взаємодію людини із середовищем існування.

**Об'єкт вивчення в безпеці життєдіяльності** – комплекс явищ і процесів в системі «людина – середовище проживання», що негативно впливають на людину і природне середовище. Система «людина – середовище проживання» багатоваріантна. Для городянина, наприклад, найхарактернішими є системи: «людина – природне середовище»; «людина – побутове середовище»; «людина – машина – середовище робочої зони»; «людина – міське середовище».

У всіх варіантах системи «людина – середовище проживання» постійним компонентом є людина і лише вона визначає вибір середовища існування.

Пріоритет у формуванні і розвитку негативних ситуацій практично у всіх випадках залишається за людиною, Лише при стихійних лихах їй відводиться супідрядна роль.

Аналіз реальних ситуацій, подій та факторів дозволяє сформулювати ряд постулатів та аксіом про безпеку життєдіяльності. Це такі:

### **Основоположний постулат безпеки життєдіяльності**

**Потенційна небезпека** є універсальною властивістю процесу взаємодії людини із середовищем проживання на всіх стадіях життєвого циклу.

Внесемо пояснення сутності постулату. На ранніх стадіях свого розвитку, за відсутності технічних засобів людина безперервно випробовувала значну дію небезпечних і шкідливих чинників природного походження: знижені і підвищені температури повітря, атмосферні опади, грозові розряди, контакти з дикими тваринами, стихійні лиха та ін. В сучасних умовах до природних додалися численні чинники техногенного походження: вібрація, шум, підвищена концентрація токсичних речовин в повітрі, водоймищі, ґрунті, іонізуючі випромінювання тощо.

Людина прагнула забезпечення особистої безпеки і збереження здоров'я. Результатом стало будівництво житла, що забезпечувало захист від природних небезпечних і шкідливих чинників. Але поява житла загрожувала його обваленням, а також опіками, пожежами й отруєнням при задимленні, при внесенні в нього вогню.

Наявність в сучасних квартирах численних побутових приладів полегшує наш побут, але одночасно вводить цілий ряд небезпечних і шкідливих чинників, таких як електричний струм, електромагнітні поля, підвищений рівень радіації, токсичні речовини, шум і т. ін.

Аналогічно розвиваються процеси і у виробничому середовищі. *Наприклад*, плазмове запилення допомагало захистити працюючих від дії токсичних речовин, застосування двигуна внутрішнього згоряння розв'язало проблему швидкого пересування, але одночасно з цим виникла проблема захисту людини і природного середовища від токсичних викидів автомобілів.

Постулат визначає, що всі дії людини всі компоненти середовища проживання, перш за все технічні засоби та технології, крім позитивних властивостей і результатів, мають здатність генерувати травмуючі та шкідливі фактори. При цьому будь-яка дія людини чи її результат неминуче призводить до виникнення нових негативних факторів.

**Аксіома 1. Техногенні небезпеки існують, якщо повсякденні потоки речовини, енергії та інформації у техносфері перевищують порогові значення.**

Порогові та гранично допустимі значення небезпек встановлюються із умови збереження функціональної та структурної цілісності людини та природного середовища. Дотримання гранично допустимих значень потоків створює безпечні умови життєдіяльності людини у життєвому просторі і виключає негативний вплив техносфери на природне середовище.

**Аксіома 2. Джерелами техногенних небезпек є складові техносфери.**

Небезпеки виникають за наявності дефектів та інших несправностей в технічних системах, в результаті невірної їх використання, а також через наявність відходів, які супроводжуються експлуатацією технічних систем. Це, як правило, призводить до виникнення травмонебезпечних ситуацій, шкідливих впливів на людину, природне середовище та елементи техносфери.

**Аксіома 3. Техногенні небезпеки діють у просторі та в часі.**

Травмонебезпечні фактори діють, як правило, короткочасно та спонтанно в обмеженому просторі. Вони виникають під час аварій, катастроф, вибухів раптових зруйнуваннях будівель та споруд.

Для шкідливих впливів характерний тривалий і періодичний негативний вплив на людину, природне середовище та елементи техносфери. Просторові зони змінюються в широких межах від робочих та побутових зон до розмірів усього земного простору. До останніх належать вплив викидів парникових та озono-руйнівних газів, надходження радіоактивних речовин в атмосферу і т. ін.

**Аксіома 4. Техногенні небезпеки чинять негативний вплив на людину, природне середовище та елементи техносфери одночасно.**

Людина та оточуюча її техносфера, знаходячись у безперервному матеріальному, енергетичному та інформаційному обміні, утворюють постійно діючу просторову систему «людина – техносфера». Одночасно існує система «техносфера – природне середовище». Техногенні небезпеки не діють вибірково, вони негативно діють на всі складові згаданих систем одночасно, якщо останні опиняються у зоні впливу небезпек.

**Аксіома 5. Техногенні небезпеки погіршують здоров'я людини, призводять до травм, матеріальних збитків та деградації природного середовища.**

Вплив травмонебезпечних факторів призводить до травм або загибелі людей. Для впливу таких факторів характерні значні матеріальні збитки.

Вплив шкідливих факторів, як правило, тривалий, він негативно діє на стан здоров'я людей, призводить до професійних та регіональних захворювань.

**Аксіома 6. Захист від техногенних небезпек досягається вдосконаленням джерел небезпек, збільшенням відстані між джерелом небезпеки та об'єктом захисту, використанням захисних засобів.**

Знизити потоки речовин, енергії та інформації у зоні діяльності людини можна, зменшуючи ці потоки на виході із джерела небезпеки або підвищуючи відстань від джерела до людини. Якщо це не можна здійснити практично, то потрібно використати захисні засоби: захисну техніку, організаційні заходи і т. ін.

**Аксіома 7. Показники комфортності процесу життєдіяльності взаємопов'язані з видами діяльності та відпочинку людини.**

Це означає, що досягнення найбільш ефективної діяльності та найкращого відпочинку потребує вибору та підтримки відповідних показників комфортності середовища проживання.

**Аксіома 8. Компетентність людей у світі небезпек та способах захисту від них – необхідна умова досягнення безпеки життєдіяльності.**

Широка та з часом наростаюча гама техногенних небезпек, відсутність природних механізмів захисту від них потребує набування людиною навичок виявлення небезпек та застосування засобів захисту. Цього можна досягнути лише в результаті навчання та набування досвіду на всіх етапах освіти та практичної діяльності людини.

### ***Поняття про безпеку***

Існують два підходи до проблеми безпеки: перший – абсолютна безпека; другий – відносна безпека.

Абсолютну безпеку можна виразити таким чином:

$$P_p = 0, \text{ коли } P_y = 0 \text{ або } P_y \geq 0,$$

де  $P_p$  – вірогідність наслідків;  $P_y$  – вірогідність загрози.

Проте ця система розглядає ідеальну ситуацію, в якій безпека виступає як бажана ціль, але принципово недосяжна.

Відносну безпеку можна подати таким чином

$$P_p > 0 \text{ і } P_y > 0.$$

У цьому випадку в результаті життєдіяльності з'являються наслідки, яких людина не чекає і не враховує.

Наприклад, для попередження професійних захворювань  $P_y$  не повинна бути більше нуля і тоді  $P_p = 0$ , якщо забезпечується **гранично допустимою концентрацією (ГДК)** проте, це не так. Кількість професійних захворювань зростає навіть на підприємстві, де забезпечується постійний контроль за вмістом шкідливих речовин.

Причинами можуть бути:

- недосконалі методи діагностики професійних захворювань;
- підтримка ГДК на граничному рівні;
- відсутність обліку ритмічності роботи підприємства і т. ін.

Для усунення цих недоліків норматив **ГДК** необхідно з певним ступенем надійності знизити на яку-небудь величину. Тоді,  $P_y > 0$ , але

$$P_p < \frac{\text{ГДК}}{\text{КБ}},$$

де ГДК – гранично допустима концентрація; КБ – коефіцієнт безпеки.

## ***Питання 2.***

### **Шкідливі та небезпечні чинники життєвого середовища**

Негативні впливи в системі «людина – середовище проживання» прийнято називати небезпеками.

**Небезпека** – негативна властивість живої та неживої матерії, здатна чинити шкоду самій матерії: людям, природному середовищу, матеріальним цінностям.

Небезпека реалізується шляхом небезпечних та шкідливих факторів.

**Небезпечний фактор** – фактор, вплив якого на людину призводить до травми або фатального наслідку (ураження електричним струмом, наїзд транспорту, отруєння сильними отрутами та ін.).

**Шкідливий фактор** – фактор, вплив якого на людину за певних умов призводить до захворювання або зниження життєво важливих функцій організму, а також працездатності (шум, вібрація, легке отруєння і т. ін.)

У процесі розвитку цивілізації система “людина – середовище проживання” не залишається незмінною та визначається розвитком науково-технічного прогресу. Тому не залишаються незмінними як набір небезпечних та шкідливих факторів, так і рівень, сила, масштаб їх впливу на людину.

Розглянемо історичні закономірності цих змін.

Історію розвитку небезпек розглянемо на прикладі становлення хімічної та нафтопереробної галузей промисловості, яку можна розділити на чотири етапи:

**Перший етап** – становлення текстильної промисловості (кінець XVIII, початок XIX ст.).

Ріст текстильної промисловості обумовив необхідність в миючих засобах, відбілюючих речовинах, продуктах отруєння та барвниках. Це вимагало збільшення виробництва  $H_2SO_4$ , хлориду, діоксиду сірки, кам'яновугільного газу та ін. Ці небезпечні для здоров'я та життя людей речовини виготовлялися на примітивному устаткуванні. Вибухи котлів (відсутність аварійних клапанів) в той час були звичайною справою. Але тиск у котлах був невеликим, що відбивалося на масштабах катастроф.

**Другий етап** – подальший розвиток текстильної промисловості та виробництво динаміту (початок–кінець XIX ст.).

Рослинні барвники вже не задовольняли зростаючі витрати. У 1856 році було відкрито аніліновий барвник. Основною сировиною була кам'яновугільна смола. Збільшилася потреба в азотній кислоті. У середині століття відкриті нітрогліцерин, нітроцелюлоза та динаміт. Ці відкриття супроводжувались чисельними вибухами.

**Третій етап** – ера зв'язування азоту (початок XX ст.).

Виробництво аміаку потребувало використання складного технологічного устаткування та інженерного забезпечення, процеси протікали при підвищених температурі та тиску (температура до  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ , тиск до 25 МПа). Починається відлік найбільших катастроф.

**Четвертий етап** – епоха нафти (післявоєнні роки). Пов'язана з розвитком виробництва автомобілів, літаків, транспортних перевезень.

Безперервно збільшується кількість нових джерел небезпек (атомні електростанції, газопроводи, військова техніка, що містила ядерні, хімічні та бактеріологічні заряди).

У нинішній час перелік реально діючих негативних факторів значний та налічує більше 100 різновидів. До найбільш поширених та тих, що мають досить високі концентрації або енергетичні рівні, належать шкідливі виробничі фактори: запиленість та загазованість повітря, шум, вібрації, електромагнітні поля та ін. Небезпечні фактори: повітря, забруднене продуктами згоряння природного газу, викидами ТЕС, промислових підприємств, автотранспорту та сміттєспалюючих приладів; вода з надмірним вмістом шкідливих домішок, шум, вібрації, електромагнітні поля від побутових приладів,

телевізорів, дисплеїв, медикаменти при надмірному вживанні, алкоголь, тютюновий дим та ін.

### ***Класифікація джерел небезпечних та шкідливих факторів***

Небезпека є складним параметром, який має багато ознак. Для того щоб краще зрозуміти природу небезпек та протистояти їм, необхідна систематизація та класифікація, чим і займається **таксономія**.

**ТАКСОНОМІЯ** – наука про класифікацію та систематизацію складних явищ, понять, що здійснюють важливу роль в організації наукового знання у галузі безпеки життєдіяльності.

Небезпеки зберігають в собі всі системи, що мають енергію, хімічні та біологічно активні компоненти, а також характеристики, що не відповідають життєдіяльності людини.

Цілковита таксономія небезпек не розроблена, але застосування її навіть не в повному обсязі дозволяє використовувати науковий підхід в організації безпечної діяльності людей.

Деякі приклади того, що зроблено у цьому напрямку.

### **Небезпеки класифікують за:**

- природою походження – природні, технічні, антропогенні, змішані;
- часом виявлення негативних наслідків – імпульсивні, кумулятивні;
- локалізацією – пов'язані з літосферою, атмосферою, космосом;
- спричиненими наслідками – захворювання, травми, аварії, пожежі, фатальні наслідки і т. п.;
- принесеними збитками – технічні, екологічні, соціальні і т. д.;
- галузями прояву небезпек – побутова, спортивна, дорожньо-транспортна, виробнича, військова та ін.;
- структурою (будовою) – прості та складні, породжені взаємодією простих;
- характером впливу – активні та пасивні;
- здатністю людини ідентифікувати небезпеку органами чуття – відчутні та невідчутні.

Небезпека реалізується вражаючий фактором, а вражаючі фактори можна класифікувати на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні фактори.

**Фізичні небезпеки та шкідливі фактори середовища проживання** підрозділяються на такі:

- машини та механізми, що рухаються; рухливі частини устаткування, пересувні вироби, заготовки, матеріали; гострі кромки, нерівність поверхні заготовок, інструментів та устаткування;

- гірські породи, що обвалюються;
- підвищена запиленість та загазованість повітря;
- зони дихання людини нетоксичними речовинами;
- підвищена або знижена температура поверхонь устаткування, матеріалів;

- підвищені або знижені температури, вологість та рухливість повітря, а також підвищений або понижений барометричний тиск та його різкі зміни у робочій зоні;

- підвищені рівні шуму, вібрації, інфразвуку, ультразвуку в місцях знаходження людини;

- підвищена або знижена іонізація повітря; наявність випромінювань з підвищеними рівнями (іонізуючих, лазерних, електромагнітних, ультрафіолетових, інфрачервоних та ін.);

- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може виникнути через тіло людини;

- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищена напруга електричного та магнітного поля;
- відсутність або нестача природного світла, недостатня освітленість; підвищена яскравість світла, знижена контрастність, пряме та відбите блискотіння, підвищена пульсація світлового потоку;
- розташування місця знаходження людини на значній висоті відносно землі (підлоги).

**Хімічні небезпечні та шкідливі фактори середовища існування** класифікують за характером впливу та за шляхом проникнення в організм людини.

**За характером впливу на організм людини їх поділяють на такі види:**

- ✓ *токсичні* – окис вуглецю, плюмбум, гідраргіум та ін.;
- ✓ *сенсibiliзуючі (алергени)* – антибіотики, натуральні та синтетичні смоли, пил та ін.;
- ✓ *мутагенні, що впливають на спадковість*, – радіоактивні речовини, плюмбум, марганець та ін.;
- ✓ *ті, що впливають на репродуктивну функцію*, – плюмбум, радій та ін.

**За шляхом проникнення в організм людини через:**

- органи дихання;
- шкіру та слизові оболонки;
- шлунково-кишковий тракт.

**За ступенем небезпеки шкідливих речовин хімічні небезпечні та шкідливі фактори середовища проживання** підрозділяють на:

- надзвичайно небезпечні; високо небезпечні; помірно небезпечні;
- малонебезпечні.

**Біологічні небезпечні та шкідливі фактори середовища проживання** включають такі біологічні об'єкти:

- патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, спірохети, гриби, найпростіші) та продукти їх життєдіяльності;
- мікроорганізми (рослини та тварини).

**Психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори середовища проживання за характером впливу** підрозділяють таким чином:

- фізичні перевантаження;
- нервово-психічні перевантаження.

Фізичні перевантаження підрозділяють на *статичні, динамічні, гіподинамічні*.

Нервово-психічні перевантаження підрозділяють на *розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційне перевантаження*.

Один і той же небезпечний та шкідливий фактор за природою своєї дії може належати одночасно до різних груп, наведених вище. Тому дуже важливо вірно ідентифікувати фактор навколишнього середовища, тобто визначити його тип та величину.

### **Питання 3.**

**Загальні поняття аналізу та оцінки ризиків. якісний і кількісний аналіз рівня ризиків**

Джерелом небезпеки може бути все живе та неживе. Небезпеки не мають вибіркової властивості, під час свого виникнення вони негативно діють на все оточуюче їх матеріальне середовище. Впливу небезпек піддається людина, природне середовище, матеріальні цінності. Носіями небезпек є природні процеси та явища, техногенне середовище та дії людей. Небезпеки реалізуються у вигляді потоків речовини, енергії та інформації, вони існують у просторі та в часі.

Розрізняють небезпеки *природного, техногенного та антропогенного походження*.

**ПРИРОДНІ НЕБЕЗПЕКИ** обумовлюють стихійні явища, кліматичні умови, рельєф місцевості і т. ін. Землетруси, виверження вулканів, урагани, бурі тощо часто супроводжуються травмами та загибеллю людей.

Людина, вирішуючи завдання свого матеріального забезпечення, безперервно діє на середовище проживання своєю діяльністю та продуктами діяльності (технічними засобами, викидами різних виробництв і т. ін.), генеруючи у середовищі проживання **антропогенні та техногенні небезпеки**.

Небезпеки, що створюються технічними засобами, називаються **техногенними**, а **антропогенні** небезпеки виникають в результаті помилкових та несанкціонованих дій людини чи групи людей.

З метою зменшення впливу негативних факторів на людину і природне середовище необхідне проведення *ідентифікації та квантифікації небезпек*.

**ІДЕНТИФІКАЦІЯ** – процес виявлення і з'ясування кількісних, просторових, часових та інших характеристик, необхідних, а також та достатніх для розробки заходів, спрямованих на забезпечення безпеки життєдіяльності.

**КВАНТИФІКАЦІЯ** – запровадження кількісних характеристик для оцінки складних, якісних понять. Квантифікація здійснюється у вигляді числових, балових прийомів. Наприклад, класи небезпек речовин (4 класи), шкала землетрусів MSK-64 (12 балів) та Ріхтера (9 балів).

### **Якісний та кількісний аналіз рівня ризиків**

Поряду з визначенням «небезпека» у цьому курсі використовують іще одне основоположне визначення – ризик.

**РИЗИК** – ймовірність, частота реалізації негативного впливу в зоні перебування людини.

Ризик може бути визначений як частота (розмірність – зворотна часові 1/с), або можливість виникнення події **A** (величина без розміру, лежить у межах 0–1).

У розрахунках ризик прийнято позначати літерою **R** (від англ. *risk* – ризик).

Спеціалісти у галузі безпеки пропонують найбільш загальне визначення: ризик – якісне оцінювання небезпеки.

**ЯКІСНА ОЦІНКА** – це відношення кількості тих чи інших несприятливих наслідків  $n$  до їх імовірної кількості  $N$  за визначений період часу:

$$R = \frac{n}{N},$$

де  $R$  – ризик несприятливих наслідків;  $n$  – кількість несприятливих подій;  $N$  – загальна кількість імовірних подій.

Відрізняють ризик: індивідуальний; соціальний.

**ІНДИВІДУАЛЬНИЙ РИЗИК** – частота виникнення уражуючих впливів певного виду, що виникають під час реалізації певних небезпек у певній точці простору.

Під час аналізу індивідуального ризику необхідно враховувати природу нещасного випадку, часу знаходження у зоні ризику та місце проживання ризикуючого.

Розглянемо приклад ризику  $R$  впливу на людину небезпечного фактора.

**Приклад 1.** Визначити ризик  $R$  загибелі людини на виробництві в Україні за рік, коли відомо, що щорічно гине  $n = 2,5$  тис. чоловік, а чисельність працюючих становить  $N = 23$  млн чоловік.

$$R = \frac{2,5 \cdot 10^3}{23 \cdot 10^6} \approx 1,1 \cdot 10^{-4}.$$

**Приклад 2.** Визначити ризик для жителя  $A$ .

Нехай дехто  $A$  проживає у невеликому селі, що налічує 300 жителів. Статистичні дані за 50 років, що ми їх маємо, інформують про те, що за цей час із кількості жителів села 10 чол. загинуло та 200 чол. постраждало від нещасного випадку. Чисельність населення за цей період майже не змінювалася.

Житель  $A$  цього села 40 годин у тиждень працює у найближчому місті, на чотири тижні в рік виїжджає з цього села на відпочинок, 2 тижні кожного року проводить у відрядженнях, а решту часу знаходиться у селі.

**Індивідуальний** ризик загибелі для жителя  $A$  можна визначити за формулою:

$$R_3 = \frac{N_n \cdot D \cdot t}{T \cdot N_0 \cdot d \cdot t_d},$$

де  $N_n$  – кількість загиблих жителів села ( $N_n = 10,0$ );  $d$  – кількість тижнів у році ( $d = 52$ );  $t_d$  – кількість годин у тижні ( $24 \cdot 7 = 168$ );  $T$  – відрізок часу обліку статистичних даних;  $t$  – кількість годин у тиждень, коли житель  $A$  підлягає небезпеці:  $168 - 40 = 128$ ;  $N_0$  – кіль-

кість проживаючих в селі;  $D$  – кількість тижнів, які житель проводить у селі:  $52 - 4 - 2 = 46$ .

**Індивідуальний ризик** стати жертвою нещасного випадку будь-якого ступеня тяжкості для жителя **A** можна визначити наступним чином:

$$R_{\text{ж}} = \frac{(N_{\text{п}} + N_{\text{тр}}) \cdot D \cdot t}{T \cdot N_{\text{о}} \cdot d \cdot t_d},$$

де  $R_{\text{ж}}$  – ризик отримання травми;  $N_{\text{тр}}$  – кількість постраждалих від нещасного випадку ( $N_{\text{тр}} = 200,00$ ).

Порівнюючи  $R_{\text{з}}$  та  $R_{\text{ж}}$ , можна зробити висновок про те, що імовірність стати жертвою нещасного випадку у жителя **A** в 21 раз вища, ніж загинути.

Знання індивідуального ризику не дозволяє робити висновок про масштаб катастроф. Тому у цьому курсі вводиться поняття соціального (групового) ризику.

**СОЦІАЛЬНИЙ РИЗИК** – частота виникнення подій щодо травм певної кількості людей, які підлягають уражуючим діям певного виду, під час реалізації будь-яких небезпек.

Соціальний ризик характеризує масштаб катастрофічності небезпек.

**Наприклад:** 10 смертельних випадків могли статися під час 5-ти гірських обвалів, у кожному з них могло бути по дві жертви, але 10 чоловік могло б загинути і під час одного обвалу у горах. Соціальний ризик допомагає оцінити  $F - N$  діаграма.

На підставі статистичних даних збирається інформація: кількість загиблих  $N$ , кількість подій, в яких загинуло  $N$  чоловік, частота подій (кількість випадків за рік)  $F$ , в яких загинуло  $N$  чоловік. За цими даними будується графік залежності  $F - N$ .

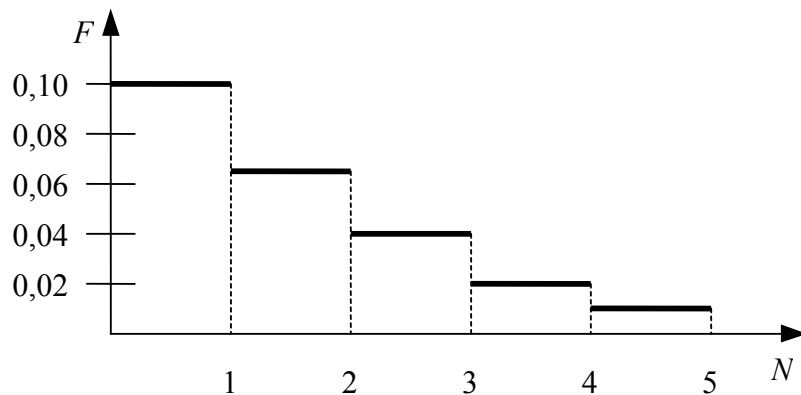


Рисунок 1.1 – Діаграма залежності частоти реалізації небезпеки від її масштабу

Діаграму використовують для демонстрації залежності частоти реалізації небезпеки від її масштабу (масштаб небезпеки – наприклад, маса каменів, що падають).

Схильність людей до ризикованої для свого життя поведінки пояснюється з еволюційної точки зору, тобто у боротьбі за своє існування людина як вид повинна була дотримуватися деякого допустимого порогу ризикованої поведінки, у протилежному вона була б знищена ворожим для неї оточенням, або виродилася б у результаті пасивної поведінки.

Необхідність зниження ризику до деякого припустимого рівня є прямим наслідком неможливості забезпечення нульового рівня ризику.

**Припустимий рівень ризику** – це імовірність події, негативними наслідками якої на даному етапі розвитку можна знехтувати.

Припустимий рівень ризику формується індивідуальною та суспільною свідомістю і є функцією соціального, економічного та культурного рівня розвитку суспільства.

**Розрізняють індивідуальний припустимий рівень ризику та соціальний припустимий рівень ризику.**

Кожна окремо узята людина на виробництві та в побуті щоденно і щогодинно змушена оцінювати ризик для свого власного життя під час досягнення певної мети. При цьому однією метою нехтують як недопустимою внаслідок того, що її досягнення супроводжується надто великим з точки зору людини ризиком власної загибелі, іншу ж мету ставлять. Добиваються, оскільки ризик власної загибелі розглядається у цьому випадку як такий, яким можна знехтувати.

Індивідуальний припустимий рівень ризику власної загибелі формується з дитинства та залежить від виховання, освіти, власної психіки, професії, статі, віку, місця проживання і т. ін.

Зрозуміло, що кожен має свої власні поняття про рівень припустимого ризику, які із плином життя змінюються. У явному вигляді це можна спостерігати на пішохідному переході через автомобільну дорогу з інтенсивним рухом, де пішоходи зупиняються на різній відстані від потоку машин, у різні моменти часу та з різною швидкістю починають переходити вулицю.

Ризик загибелі людей під час нещасних випадків, аварій, катастроф, стихійних лих, а також ризик померти від хвороби, що є визначеним у даний момент часу, називається спостережувальним ризиком.

Вважається, що якщо суспільство (держава) не вживає ніяких заходів щодо зниження рівня ризику, що спостерігається, то такий ризик є соціально припустимим.

Критерієм припустимості можуть служити асигнування (заходи), що виділяються на охорону здоров'я та забезпечення безпеки людей у широкому розумінні (охорона праці, аварійно-рятувальна служба і т. ін.).

Якщо чисельність населення країни зростає та асигнування на вказані цілі також збільшуються пропорційно чисельності населення, то рівень ризику смерті людей у цій країні вважається соціально припустимим. Соціально неприпустимий рівень ризику смерті людей спостерігається тоді, коли держава нарощує асигнування на забезпечення безпеки людей більш швидкими темпами, ніж збільшується чисельність населення.

**Соціальний припустимий рівень ризику** (допустимий ризик) являє собою деякий компроміс між рівнем безпеки та можливостями її досягнення.

**Концепція допустимого ризику** – досягнення такого малого ризику, який, з одного боку, є технічно можливим, а з іншого боку – допустимим суспільством в даний час.

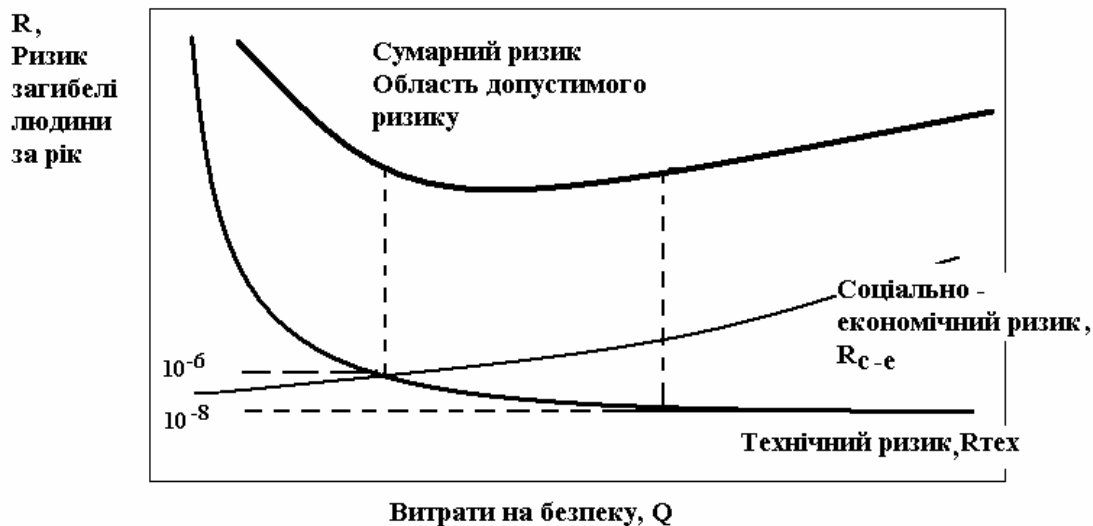


Рисунок 1.2. – Схема визначення величини допустимого ризику

З підвищенням затрат на безпеку  $Q$  спостерігаємо зменшення  $R_{тех}$ , але зниження технічного ризику  $R_{тех}$  відбувається з усе меншою інтенсивністю, а соціально-економічний ризик  $R_{c-e}$  підвищується у зв'язку з перекачуванням коштів із соціальної сфери в тех-

нічну. Соціально-економічний ризик  $R_{c-e}$  визначається перш за все збитками у здоров'ї людини за рахунок погіршення екології та медичної допомоги. Враховуючи закономірність зміни технічного ризику  $R_{тех}$  та соціально-економічного ризику  $R_{c-e}$ , знаходимо оптимальну область допустимого ризику.

Допустимі рівні розрізняють для ризиків **вимушеного (професійного) та добровільного**. Шкалу небезпек життєдіяльності людини наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Класифікація оцінки допустимості ризику

Умови життєдіяльності людини	Рівень ризику смерті за рік	Оцінка припустимості ризику
Безпечні	Нижче та $10^{-9}$ , $10^{-8}$ , $10^{-7}$	Знехтувально малий
Відносно безпечні	$10^{-6}$ , $10^{-5}$ , $10^{-4}$	Відносно невисокий – припустимий
Небезпечні	$10^{-3}$ , $10^{-2}$ та більше	Високий, необхідні заходи захисту

Таким чином, індивідуальний припустимий рівень ризику повинен складати  $10^{-9} - 10^{-7}$ .

Припустимий ризик у професійній сфері зазвичай приймають  $10^{-6} - 10^{-4}$  та недопустимим вважають ризик  $10^{-3}$ ,  $10^{-2}$  та більше.

Значення величин ймовірності загибелі людини за рік на виробництві, що знаходиться у межах  $10^{-6} - 10^{-4}$  називають областю оптимізації допустимого професійного ризику, у якій міра захисту від конкретних небезпек повинна братися з урахуванням економічного обґрунтування та доцільності.

Як відомо, причиною виникнення ризиків є існуюча невизначеність у кожному виді діяльності. У зв'язку з цим буде очевидним стверджувати, що ризики можуть бути відомими, тобто такими, які названі, оцінені, і для яких можливе планування дій з метою протистояння можливій реалізації цих ризиків. Однак на практиці мають місце і ризики «невідомі», тобто такі, які не ідентифіковані, й умови виникнення яких недостатньо досліджено.

Однак більшу частину ризиків, у тому числі і тих, реалізація яких призводить до нещасних випадків, можна передбачити і вчасно локалізувати. Очевидно, що успіх роботи щодо зниження рівня ризиків чи їх мінімізації прямо залежить від продуктивності дій з управління цим специфічним видом діяльності. Модель процесу управління ризиками може виглядати так (рис. 1.3).

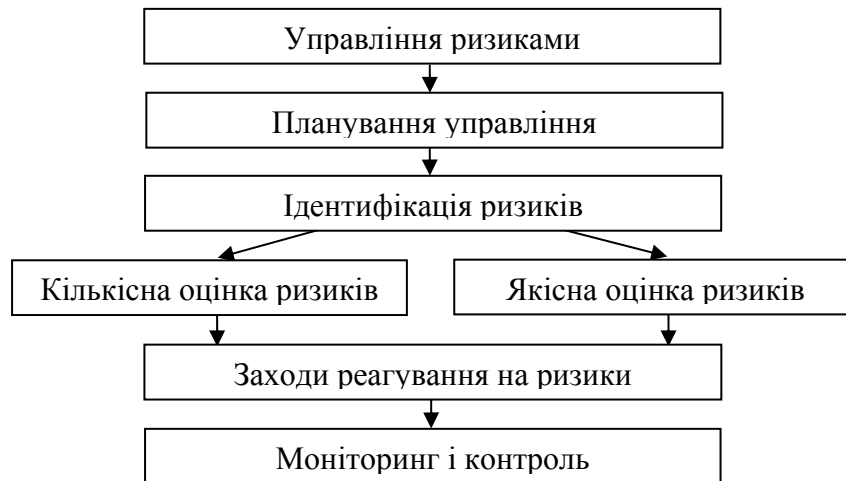


Рисунок 1.3 – Модель процесу управління ризиками

Наведена модель є класичною схемою дій з управління ризиками, коли ризик сприймається, як сукупність частоти реалізації небезпеки (ризик) і нанесеної ним шкоди (збитку) що виражається, як правило, у грошовій формі.

Забезпечення безпеки людини в процесі праці також пов'язано з інституцією ризиків. Це ризики нещасних випадків і професійних захворювань. Структура цих ризиків має свою особливість, що може внести деякі зміни в класичну схему дій управління ризиками.

Виявлення і кількісна оцінка ризику може виконуватися за такою схемою (рис. 1.4).

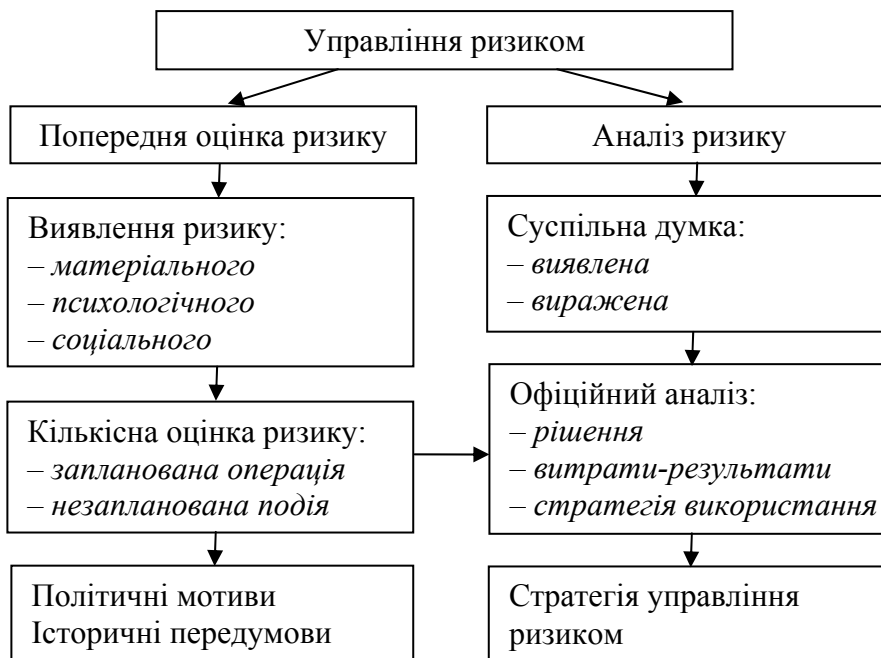


Рисунок 1.4 – Виявлення і кількісна оцінка ризику

Таким чином, повинні розглядатися всі технічні і соціальні аспекти в їхньому взаємозв'язку. При цьому можливо забезпечити прийнятний ризик, що сполучить у собі технічні, економічні, соціальні і політичні аспекти і являє собою деякий компроміс між рівнем безпеки і можливостями її досягнення.

## Т е м а 2

### ЛЮДИНА В СИСТЕМІ «ЛЮДИНА – ТЕХНІКА – СЕРЕДОВИЩЕ»

1. Проблеми, що виникають при взаємодії людини і техніки. основні поняття які пов'язанні з розв'язанням цих проблем
2. Фізіологічні та психофізіологічні характеристики людини

#### **П и т а н н я 1.**

**Проблеми, що виникають при взаємодії людини і техніки. основні поняття які пов'язанні з розв'язанням цих проблем**

Під поняттям «система» розуміють - сукупність функціонально пов'язаних елементів: діяльність яких спрямована на досягнення певного результату (мети). Система «людина – техніка – середовище» (СЛТС) (далі – система) – вона включає в себе людину – оператора, машину через яку він здійснює виробничу діяльність, і середовище на робочому місці. Будь-яка система – призначена для перетворення об'єкту праці людини. Дана система застосовується для аналізу умов життєдіяльності людини і розробки заходів щодо її безпеки. Найпростіша схема системи представлена на рис. 1.5.

Під «людиною-оператором» (оператором) розуміють людину (групу людей), яка здійснює свою цілеспрямовану діяльність, основу якої складає взаємодія з машиною, об'єктом керування і виробничим середовищем. Це може бути як робітник, що виконує фізичну роботу за допомогою найпростішого знаряддя праці, так і оператор, що спостерігає за перебігом автоматизованого виробництва за показниками контрольно-вимірювальних приладів, космонавт, що здійснює політ навколо земної орбіти.

Поняття «машина» означає як найпростіші знаряддя праці, прибори, станки, устаткування тощо. Це знаряддя праці людини, а вона сама суб'єкт праці.

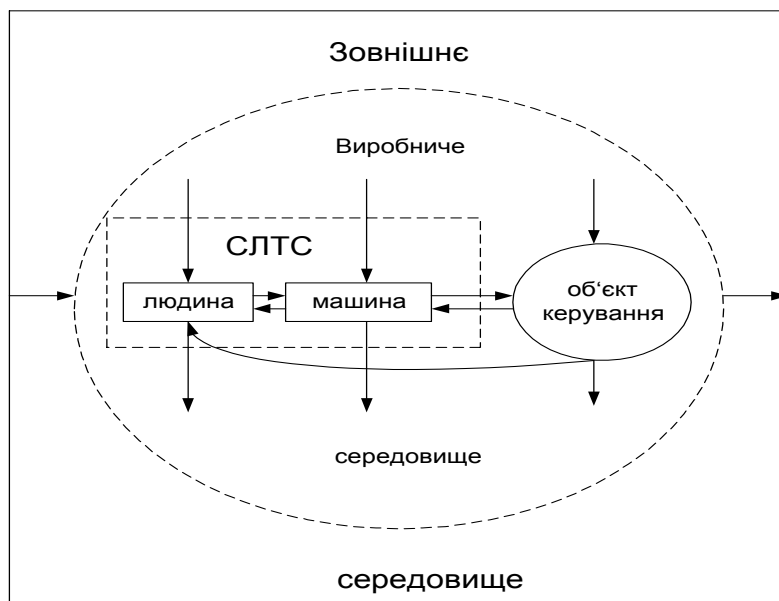


Рисунок 1.5. – Схема системи «людина – техніка – середовище»

«Середовище» (виробниче середовище) – сукупність фізичних, хімічних, біологічних і психофізіологічних факторів, що впливають на оператора системи на його робочому місці.

«Об'єкт керування» – об'єкт, на який спрямований вплив усієї системи. Це об'єкт (предмет) праці оператора.

Будь-яка система має «вхід» й «вихід». Якщо між входом і виходом є зворотний зв'язок, така система є замкненою і незамкненою, якщо такий зв'язок відсутній.

За структурою машинного компонента системи можуть бути різного рівня складності:

- інструментальні системи, в яких технічними пристроями є інструменти і прилади;
- системи, які включають технічні пристрої і людину, що використовує ці пристрої;
- системи, в якій людина управляє сукупністю технологічно взаємопов'язаних, але різних за функціональним призначенням апаратів, пристроїв і машин;
- у вигляді системотехнічних комплексів, в яких людина взаємодіє не тільки з технічними пристроями, але й іншими людьми.

За ступенем участі людини у роботі системи – її розрізняють на автоматичні, автоматизовані і неавтоматизовані системи.

У роботі автоматичної системи людина виконує лише функції установки програм і контролю.

Робота автоматичних систем здійснюється під впливом людини, яка виступає як центральна ланка, що керує технікою.

У неавтоматизованих системах робота виконується людиною без застосування технічних пристроїв.

Під час взаємодії з машиною оператор отримує інформацію про стан об'єкта керування (ОК). На підставі переробки цієї інформації відповідно до певних правил оператор виробляє командну інформацію, яка вводиться в машину і впливає на об'єкт керування. Тобто, між окремими ланками системи утворюється замкнений інформаційний контур.

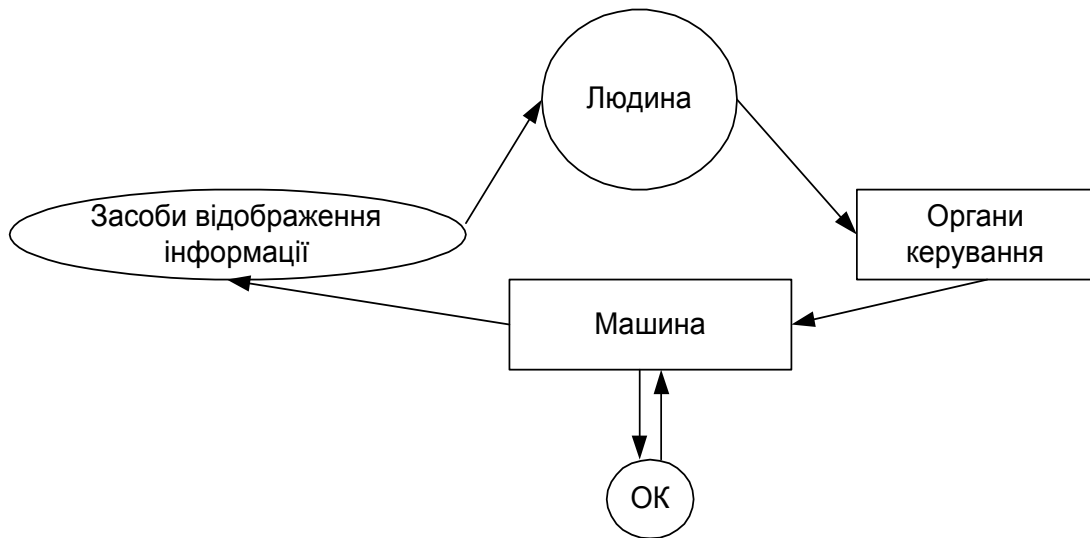


Рисунок 1.6 – Канали зв'язку між ланками системи управління

Отже, в діяльності оператора системи можуть бути виділені чотири основних етапи, кожний з яких може бути джерелом помилок і відповідно джерелом небезпеки як для життєдіяльності людини, так і всієї системи в цілому.

Перший – *сприймання інформації* щодо об'єктів керування та навколишнього середовища. При цьому оператор повинен помітити сигнали, виділити їх із сукупності найбільш важливих та розшифрувати.

Другий – *оцінка і переробка інформації*. На цьому етапі порівнюються задані реальні режими роботи системи, здійснюється аналіз та узагальнення інформації, виділяються критичні об'єкти і ситуації. На основі вже відомих критеріїв важливості і терміновості встановлюється черговість обробки інформації.

Третій – *прийняття рішення* про необхідні дії на основі проведеного аналізу та оцінки інформації, а також на основі інших

відомостей про мету і умови роботи системи, можливі способи дії, наслідки правильних і неправильних рішень.

Четвертий – *реалізація прийнятого рішення* шляхом використання певних рухових дій або видачі відповідних розпоряджень.

Перші два етапи називають отриманням інформації, інші два – її реалізацією.

Отримання інформації відбувається через сприймання оператором інформаційної моделі.

Інформаційна модель – умовне відображення інформації про стан об'єкта керування, що складається з множини сигналів, що з'являються на спеціальних приладах (засобах відображення інформації).

Інформаційна модель є підставою для формування *перцептивного образу*.

*Процес формування перцептивного образу називається сприйманням, або перцепцією.*

Після переробки цих сигналів у свідомості оператора формується логічне знання про керований об'єкт, яке називають *концептуальною моделлю або оперативним образом*. На базі концептуальної моделі приймається рішення з управління системі людина – техніка – середовище.

Сприймання оператором інформації психологи розглядають як процес формування перцептивного образу. Перцептивний образ – суб'єктивне відображення у свідомості людини властивостей об'єкта, що на неї діє.

Головними психічними процесами, що забезпечують перебіг цього етапу діяльності оператора системи, є процеси відчуття, сприймання, мислення та уяви.

Відчуття та сприймання складають перший початковий) рівень пізнання оператором сигналу – чуттєвий (*сенсорно-перцептивний*). Мислення і уява належать до другого рівня – логічного.

Відчуття – елементарний сенсорний образ. Він виникає при безпосередній дії подразників на органи чуття. Відчуття поділяють на зорові слухові, рухові, смакові. Нюхові, температурні, вібраційні, відчуття рівноваги, прискорення та ін. Основними властивостями відчуттів є *якість, інтенсивність, просторова локалізація і тривалість*.

***Якість відчуттів*** – це відмінна ознака сенсорного образу, яка дозволяє відрізнити його від такого ж образу іншої модальності.

**Інтенсивність відчуттів** – кількісна характеристика ступеня яскравості, виразності відображення людиною властивостей предметів і явищ. Вона залежить від сили діючого подразника, стану *аналізатора* (див. далі), його місця в сенсорній організації людини.

**Просторова локалізація** – відтворення у відчуттях місцезнаходження подразника.

**Тривалість відчуттів** визначається часом, протягом якого сенсорний образ змінює свої якості і залежить від інтенсивності дії подразника.

На відміну від відчуттів, що відображають лише властивості предметів й явищ, **сприймання – цілісний перцептивний образ**, що містить у собі сукупність властивостей, які отримує людина за допомогою органів чуття.

Саме сприймання характеризується певними властивостями – *цілісністю, структурністю, константністю, усвідомленістю, предметністю, вибірковістю*. Ці властивості формуються у процесі розвитку людини, становлення її професійної майстерності.

**Цілісність** сприймання виникає внаслідок аналізу і синтезу комплексних подразників.

**Структурність** пов'язана із сприйняття взаємозв'язків між елементами відчуттів, що забезпечує цілісний образ предмета.

**Константність** сприймання характеризується відносною постійністю властивостей предметів незалежно від умов сприймання.

**Усвідомленість** сприйняття означає, що сприйнятий об'єкт віднесений до певного класу, визначений у розумі і узагальнений у слові.

**Предметність** сприймання означає, що людина сприймає світ не у вигляді окремих відчуттів, а у форми окремих предметів.

**Вибірковість** сприймання полягає у відокремленні одних предметів серед багатьох інших, що діють на людину.

**Процес формування перцептивного образу** проходить стадійно за рахунок таких перцептивних дій, як:

- ✓ знаходження – виявлення об'єкта на фоні;
- ✓ розрізнення – усвідомлення предмета сприймання шляхом позначення;
- ✓ ідентифікація – виділення суттєвих ознак об'єкта і віднесення його до певного класу;
- ✓ розпізнавання – усвідомлення предмета сприймання шляхом позначення.

Тривалість цих стадій залежить від складності діючих сигналів.

**Перцепція** є шлях переходу об'єктивних матеріальних характеристик об'єкта у суб'єктивні, психічні. Так, предмет сприймання переходить у стан самого суб'єкта.

На якість формування перцепції об'єкта оператора системи впливає тип, кількість індикаторів, організація інформаційного поля. Характеристика інформації.

Розглянуті вище психічні процеси є підґрунтям діяльності оператора системи і суттєво впливають на безпечність її функціонування, так як людина є основною ланкою системи, яка ставить мету, координує, направляє всі процеси у систему.

Тільки людина здатна працювати в несподіваних ситуаціях, їй властиві висока гнучкість і адаптивність до мінливих зовнішніх впливів. Може застосовувати нагромаджений досвід і загальні принципи вирішення конкретних проблем. Людина має великі можливості для вибору засобів дії, може швидко використовувати резерви, виправляти помилки. Здатна робити висновки за неповної інформації про події, імпровізовано реагувати на них. Здатна виконувати дії в умовах перевантаження. В той же час можливості людини обмежені, щодо обсягів сприймання і швидкості переробки інформації. Їй притаманне зменшення працездатності внаслідок розвитку втоми, залежність ефективності функціонування від фізичного і емоціонального станів.

Отже, людина є джерелом небезпеки для системи. За статистичними даними 80 % випадків автокатастроф відбувається внаслідок неадекватних дій людини. Це призводить до загибелі 250 тис. людей на рік.

В той же час, тільки людина здатна творчо мислити, що дозволяє їй вирішувати нові, не передбачені програмою завдання, розв'язувати складні проблемні ситуації. Отже, вона є елементом, що забезпечує безпечність функціонування системи.

Людину у системі розглядають аналогічно з теорією автоматичного регулювання, як динамічну ланку системи управління, яка має сенсорні (чутливі) входи, алгоритмічну частину, що виробляє управлінські рішення і моторні (рухові і мовні) виходи, що реалізують ці рішення.

Головною функцією оператора як динамічної ланки системи, є *передавальна функція* –  $W(p)$ . У найпростішому випадку вона може бути представлена як відношення вхідного сигналу ( $X_{\text{вх}}$ ) до вихідного ( $X_{\text{вих}}$ ):

$$W(p) = X_{\text{вх}}(p) / X_{\text{вих}}(p).$$

Отже, оператор ототожнюється логічному фільтру чи блоку дискретного відбирання даних тощо. Його перехідні *динамічні* характеристики залежать від типу нервової діяльності, ступеню стомленості, виду вхідних сигналів та ін. Поряд із динамічними, оператора характеризують *статичні* функції, як-то чутливість аналізаторів, їх порогові закономірності та ін. Тому, найкращим чином оператор діє, коли виконує роль звичайного підсилювача. В інших випадках точність його роботи значно менша.

Для побудови моделей діяльності оператора у системі застосовують методи *теорії масового обслуговування і методи теорії автоматичного управління*. Побудова моделей ґрунтується на аналізі системи. Під час якого встановлюються: критерії поведінки замкнутої системи і визначення її передавальної функції, передавальна функція оператора, яка дозволила би отримати необхідну функцію всієї системи та ін.

## **Питання 2.**

### **Фізіологічні та психофізіологічні характеристики людини**

Основні пізнавальні психічні процеси (відчуття, сприймання, увага, пам'ять, мислення).

До основних пізнавальних процесів відносять: відчуття, сприймання, увага, пам'ять і мислення.

**Відчуття** – це найпростіший психологічний процес відображення в свідомості людини окремих властивостей предметів навколишнього світу.

Відчуття пов'язані з пороговими сигналами – мінімальною силою сигналу, що дає його відчуття.

Без відчуття не може бути сприймання.

**Сприймання** – це створіння цілісної картини предметів під впливом реально діючих сигналів. На відміну від відчуттів, які торкаються окремих деталей, сприймання торкається предмету в цілому.

Сприймання залежить від об'єктивних і суб'єктивних причин. Об'єктивні причини – характеристики зовнішніх сигналів. Суб'єктивні причини – це стан людини – оператора, установка на сприймання даних сигналів, інформації або вибір певного сигналу (апатія, втомленість, небажання працювати).

В основі сприймання лежать так звані зв'язки між аналізаторів, тобто зв'язки між різними аналізаторами.

*Наприклад, сприйняття вперше якого-небудь предмету, в даному випадку – лимона. Людина відчуває його округлу форму і жовтий колір (через зоровий аналізатор), його своєрідний аромат (через нюховий аналізатор), м'яку, шорстку поверхню (через шкірний і руховий аналізатор), його кислий смак (через смаковий аналізатор).*

Таким чином, сприймання – зв'язок різних відчуттів.

**Увага.** Отримання інформації пов'язано з рівнем уваги або виборчою орієнтацією, що припускає підвищене сприймання певних сигналів за рахунок гальмування інших.

Те, що знаходиться в центрі уваги людини при сприйманні називають *об'ємом сприймання*, а все інше – *фоном*.

Увага характеризується коливанням(флуктуацією), об'ємом, інтенсивністю і стійкістю.

Колівання – через 20–30 секунд на 2-3 секунди увага різко знижується. Це відбувається періодично.

Об'єм уваги – кількість об'єктів, яке сприймається одночасно з достатньою ясністю, тобто охоплюється одночасно. Досвід показує, що об'єм уваги дорослої людини, знаходиться в межах 4–6 об'єктів.

Інтенсивність уваги залежить від виду трудової діяльності.

*Наприклад, інтенсивність читання – 100 %, їзда на велосипеді – 12 %, прибирання приміщення – 9 %.*

Стійкість уваги – це утримання уваги на предметі або якій-небудь діяльності. Розрізняють пасивну і активну увагу. Пасивна увага – це утримання уваги на об'єкті приблизно 5 сек., активна увага – 15–20 хв. Через кожні 45 хв. при читанні лекції необхідно робити перерву на 5–10 хв. Це необхідно для відновлення стійкості уваги.

Образи предметів і явищ, які виникають в мозку людини, безслідно не зникають після припинення цієї дії. Вони зберігаються і ми можемо їх собі уявити.

Уявлення – образи слідів предметів, явищ, що мали раніше місце і що залишилися після їх сприймання в попередній час.

Розрізняють: представлення пам'яті (точна копія побаченого і почутого раніше); представлення образу (створення в голові людини нового образу з раніше відомих елементів). Побудова уявлень у будь-якому випадку зв'язана з використанням минулого досвіду, тобто з пам'яттю людини.

**Пам'ять** – здатність людини визнавати, зберігати і відтворювати інформацію.

По *структурі* пам'ять може бути *механічною* і *сисловою*; *короткочасною* і *довготривалою*.

Механічна пам'ять, наприклад, розповідь вірша без помилок після двох-п'яти кратного його прочитання. Або рішення диференціального рівняння.

Сислова пам'ять – цей вислів думки сисловим виразом, відмінним від первинного. Цей вид пам'яті властивий тільки людині. Перевага сислової пам'яті в порівнянні з механічною в тому, що при механічній пам'яті відбувається досить швидке забування. Студенти через тиждень після здачі іспиту забувають 20 % матеріалу, ще через тиждень 1/3 від інформації, що залишилася. Через два місяці вони забувають практично всю інформацію, за умови, що інформація залишається не запитаною.

Короткочасна пам'ять – це процес невеликої тривалості (декілька секунд або хвилин), але достатній для точного сприймання тільки що сприйнятих подій, явищ. Після нетривалого часу враження зникають і людина звичайно виявляється нездібною щонебудь пригадати із сприйнятого. Наприклад, пам'ять друкарки, друкуючий текст.

Довготривала пам'ять характеризується відносною тривалістю і міцністю збереження сприйнятого матеріалу. Ці знання людині потрібні взагалі. Він їх накопичує і зберігає в більш узагальненому і систематизованому вигляді.

*Це зрозуміло, якщо Вам будуть задані наступні питання: «Ваше прізвище, ім'я?», «Столиця України?». Відповіді на ці і багато інші питання ми витягуємо в потрібний момент з довготривалої пам'яті.*

Пам'ять людини характеризується *об'ємом, швидкістю запам'ятовування, міцністю фіксації і точністю відтворення.*

Об'єм пам'яті досить великий. За 60 років людина може накопичити  $2,8 \cdot 10^{20}$  біт інформації, що відповідає за об'ємом Великій енциклопедії. Проте, людина використовує всього 30 % з цього об'єму інформації.

**Мислення** – вища форма віддзеркалення мозком людини навколишнього світу. Складний пізнавальний процес, властивий тільки людині.

Під мисленням розуміють узагальнене, опосередковане пізнання дійсності.

*Опосередковане пізнання* можна пояснити на наступному прикладі. Людина знаходиться в приміщенні і хоче визначити температуру зовнішнього повітря. Він може вийти на вулицю і своїм шкірним аналізатором визначити температуру. Але він може подивитися і на свідчення термометра, прикріпленого за вікном. Таким чином, людина сприймаючи одне, може судити про інше. Це можливо тому що людина знає зв'язок між об'ємом ртуті в термометрі і температурою середовища навкруги термометра.

Процес пізнання загальних і істотних властивостей предметів і явищ і є *узагальнене пізнання*. Наприклад, властивості металів, газів та ін.

Мислення може бути *конкретним* і *абстрактним*.

Конкретне мислення пов'язано або з практичними діями над предметом (наприклад, хімічний аналіз), або спирається на сприйняття або уявлення (наприклад, діяльність художника, письменника).

Абстрактне мислення ґрунтується на поняттях, позбавлених безпосередньої наочності.

Усі ці поняття пов'язанні з фізіологією людини, а саме її нервовою системою.

В основі класифікації типів нервової системи людини закладено три критерії: сила нервових процесів; врівноваженість нервових процесів; рухливість.

Сила нервових процесів визначається працездатністю центру, після чого відбуваються процеси гальмування.

Під врівноваженістю розуміють баланс співвідношення процесів збудження і гальмування.

Під рухливістю розуміють швидкість перемикавання із збудження на гальмування і назад.

Виходячи з цих трьох критеріїв, можна виділити чотири основні типи особистості (темпераменту):

✓ **холерик** – чуттєво, духовно і інтелектуально активний і неврівноважений;

✓ **сангвінік** – чуттєво, духовно і інтелектуально активний і урівноважений;

✓ **флегматик** – чуттєво, духовно і інтелектуально неактивний і урівноважений;

✓ **меланхолік** – чуттєво, духовно і інтелектуально неактивний і неврівноважений.

**Властивості темпераменту** впливають на безпеку поведінки людей і враховуються при професійному підборі кадрів.

## Т е м а 3

### ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ. ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

1. Правові та організаційні питання охорони праці. Система управління охороною праці на підприємствах, установах
2. Причини, аналіз та профілактика виробничого травматизму

#### *П и т а н н я 1.*

**Правові та організаційні питання охорони праці. Система управління охороною праці на підприємствах, установах.**

На державному рівні розроблена Концепція управління охороною праці, яка спрямована на реалізацію положень Конституції та Законів України щодо забезпечення охорони життя й здоров'я працівників у процесі трудової діяльності, створення безпечних і нешкідливих умов праці на кожному робочому місці, належних умов для формування у працівників свідомого ставлення до особистої безпеки та безпеки оточуючих, запровадження нових і вдосконалення існуючих механізмів управління в галузі охорони праці.

**Управління охороною праці** – це підготовка, прийняття та реалізація правових, організаційних, науково-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності.

З метою забезпечення виконання вимог законів та нормативно-правових актів з охорони праці в Україні створена **система державного нагляду, відомчого і громадського контролю** з цих питань.

Державний нагляд за додержанням законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці відповідно до Закону «Про охорону праці» здійснюють:

- спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці;
- спеціально уповноважений державний орган з питань радіаційної безпеки;
- спеціально уповноважений державний орган з питань пожежної безпеки;
- спеціально уповноважений державний орган з питань гігієни праці та ін.

Вищий нагляд за додержанням вимог законів та нормативно-правових актів з охорони праці в Україні здійснює Генеральний прокурор України.

Органи державного нагляду за охороною праці не залежать від будь-яких господарських органів, суб'єктів підприємництва, об'єднань громадян, політичних формувань, місцевих державних адміністрацій і органів місцевого самоврядування, їм не підзвітні і не підконтрольні.

Діяльність органів державного нагляду за охороною праці регулюється законами України «Про охорону праці», «Про використання ядерної енергії і радіаційну безпеку», «Про пожежну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», іншими нормативно-правовими актами та положеннями про ці органи, що затверджуються Президентом України або Кабінетом Міністрів України.

Відомчий контроль покладається на адміністрацію підприємства та на господарські організації вищого рівня. Цей контроль здійснюється відповідними службами охорони праці, що детально розглянуто в підручнику окремо.

Громадський контроль за додержанням законодавства про охорону праці здійснюють професійні спілки, їх об'єднання в особі своїх виборних органів і представників.

Професійні спілки здійснюють громадський контроль за додержанням законодавства про охорону праці, створенням безпечних і нешкідливих умов праці, належних виробничих та санітарно-побутових умов, забезпеченням працівників спецодягом, спецвзуттям, іншими засобами індивідуального та колективного захисту. У разі загрози життю або здоров'ю працівників професійні спілки мають право вимагати від роботодавця негайного припинення робіт на робочих місцях, виробничих дільницях, у цехах та інших структурних підрозділах або на підприємствах чи виробництвах в цілому на період, необхідний для усунення загрози життю або здоров'ю працівників.

Державна політика управління охороною праці визначена в Законі України «Про охорону праці» і ґрунтується на принципі пріоритетності життя людини відносно результатів виробничої діяльності.

**Державне управління охороною праці** здійснюється шляхом сукупності скоординованих дій, спрямованих на забезпечення безпечних і здорових умов праці, таких **структур**:

- ✓ органів державного управління охороною праці;
- ✓ органів місцевого самоврядування за участю об'єднань роботодавців, професійних спілок та інших представницьких органів з реалізації основних напрямів соціальної політики в галузі охорони праці.

**Управління охороною праці** на всіх рівнях – *державному, регіональному, галузевому, на рівні підприємств і підприємців* – базується на законодавчих і нормативно-правових актах про охорону праці.

Подолання кризових явищ у сфері охорони праці потребує проведення комплексу невідкладних та першочергових державних заходів.

**Державні заходи** мають передбачати:

- забезпечення реалізації Національної, галузевих і регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища шляхом упровадження системи багатоканального фінансування;
- створення такої нормативно-правової бази з охорони праці, яка б відбивала реформування економічних відносин і забезпечувала економічну доцільність робіт без порушення вимог законодавства про охорону праці;
- удосконалення дозвільної системи та системи ліцензування певних видів діяльності для забезпечення контролю за розробкою й упровадженням безпечних технологій, засобів захисту працюючих тощо;
- розроблення й упровадження ефективного механізму взаємодії органів державного управління охороною праці та Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві;
- створення системи підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації фахівців з охорони праці, забезпечення належного рівня освіти працівників з питань охорони праці;
- вжиття заходів, що сприяють зацікавленості роботодавця у створенні на підприємстві здорових і нешкідливих умов праці шляхом заснування спеціальної номінації в конкурсі «Кращий роботодавець року», оприлюднення через засоби масової інформації (далі – ЗМІ) позитивного досвіду роботи з охорони праці кращих підприємств, створення районних і міських відповідних дощок пошани тощо;
- формування свідомого ставлення дітей, населення, працівників до питань охорони праці шляхом інформаційно-роз'яснювальної роботи через ЗМІ;

- налагодження інформаційного забезпечення у галузі охорони праці на основі використання інформаційних комп'ютерних мереж;
- підвищення рівня компетентності у правових, соціально-економічних, організаційно-технічних та медико-профілактичних питаннях працівників органів управління охороною праці регіонального та галузевого рівнів, а також сторін соціального партнерства, які формують об'єкти управління охорони праці в розділі «Охорона праці» колективного договору регіональних і галузевих угод;
- активізацію участі профспілок у формуванні та реалізації системи управління охороною праці на регіональному, галузевому рівнях та на рівні підприємства;
- забезпечення належного громадського контролю з боку професійних спілок за дотриманням законодавства про охорону праці через виборні органи і представників профспілок та уповноважених найманими працівниками осіб на підприємстві.

*До числа першочергових завдань у сфері управління охороною праці належать:*

- ✓ подальше удосконалення і нормативно-правове укріплення системи державного управління охорони праці, необхідність якого визначається тим, що створена раніше й достатньо ефективна у стабільних умовах система державного управління охороною праці почала робити збої в умовах динамічного розвитку соціально-економічних процесів у суспільстві та реформування центральних органів виконавчої влади;
- ✓ удосконалення взаємодії між органами, які здійснюють функції управління охороною праці, та страховими експертами з охорони праці, з'ясування функцій та обов'язків Фонду соціального страхування від нещасних випадків, покладених на страхових експертів з охорони праці;
- ✓ створення умов для забезпечення ефективної взаємодії всіх соціальних партнерів, сприяння розвитку соціального партнерства у сфері охорони праці;
- ✓ підвищення ролі профспілок, активізація їх діяльності у сфері охорони праці;
- ✓ активізація участі працівників та громадських структур (у тому числі уповноважених трудових колективів) у вирішенні питань охорони праці;
- ✓ забезпечення реалізації прав працюючих на відшкодування шкоди у випадку виробничого травматизму, активне впровадження системи соціального страхування від нещасних випадків і профе-

сійних захворювань, опрацювання пропозицій щодо вдосконалення національної системи страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного кращих підприємств, створення районних і міських відповідних дощок пошани тощо;

- ✓ формування свідомого ставлення дітей, населення, працівників до питань охорони праці шляхом інформаційно-роз'яснювальної роботи через ЗМІ;

- ✓ налагодження інформаційного забезпечення у галузі охорони праці на основі використання інформаційних комп'ютерних мереж;

- ✓ підвищення рівня компетентності у правових, соціально-економічних, організаційно-технічних та медико-профілактичних питаннях працівників органів управління охороною праці регіонального та галузевого рівнів, а також сторін соціального партнерства, які формують об'єкти управління охорони праці в розділі «Охорона праці» колективного договору регіональних і галузевих угод;

- ✓ активізацію участі профспілок у формуванні та реалізації системи управління охороною праці на регіональному, галузевому рівнях та на рівні підприємства;

- ✓ забезпечення належного громадського контролю з боку професійних спілок за дотриманням законодавства про охорону праці через виборні органи і представників профспілок та уповноважених найманими працівниками осіб на підприємстві.

*До числа першочергових завдань у сфері управління охороною праці належать:*

- ✓ подальше удосконалення і нормативно-правове укріплення системи державного управління охорони праці, необхідність якого визначається тим, що створена раніше й достатньо ефективна у стабільних умовах система державного управління охороною праці почала робити збої в умовах динамічного розвитку соціально-економічних процесів у суспільстві та реформування центральних органів виконавчої влади;

- ✓ удосконалення взаємодії між органами, які здійснюють функції управління охороною праці, та страховими експертами з охорони праці, з'ясування функцій та обов'язків Фонду соціального страхування від нещасних випадків, покладених на страхових експертів з охорони праці;

- ✓ створення умов для забезпечення ефективної взаємодії всіх соціальних партнерів, сприяння розвитку соціального партнерства у сфері охорони праці;

- ✓ підвищення ролі профспілок, активізація їх діяльності у сфері охорони праці;
- ✓ активізація участі працівників та громадських структур (у тому числі уповноважених трудових колективів) у вирішенні питань охорони праці;
- ✓ забезпечення реалізації прав працюючих на відшкодування шкоди у випадку виробничого травматизму, активне впровадження системи соціального страхування від нещасних випадків і професійних захворювань, опрацювання пропозицій щодо вдосконалення національної системи страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання;
- ✓ формування більш відповідального ставлення до питань охорони праці з боку керівників усіх підприємств, установ, організацій, підвищення статусу служб охорони праці, недопущення їх ліквідації або скорочення числа працівників цих служб;
- ✓ прискорення перегляду нормативної бази в галузі охорони праці з метою її актуалізації;
- ✓ підвищення професійного рівня працівників служб охорони праці;
- ✓ підготовка фахівців, спроможних у нових економічних і правових умовах на високому рівні опрацьовувати нормативно-правові акти;
- ✓ створення системи інформаційного забезпечення підприємств нормативно-правовими актами з питань охорони праці;
- ✓ урахування всіх факторів, що спричиняють виробничий травматизм і професійні захворювання.

У цьому плані вирішальною є реалізація заходів, передбачених Національними програмами поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища.

В нашій державі передбачено багаторівнева структура управління охороною праці:

**на державному рівні** – Кабінет Міністрів України, спеціально уповноважений урядовий орган Державна служба з питань праці (далі – Держпраці);

**на регіональному рівні** – місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування;

**на галузевому рівні** – міністерства та інші центральні органи виконавчої влади.

Розглянемо коротко завдання щодо управління охороною праці на кожному рівні.

**Кабінет Міністрів України** забезпечує реалізацію державної політики щодо управління охороною праці через *Держпраці*.

При визначенні державної політики щодо управління охороною праці на регіональному та галузевому рівнях рішення Держпраці в межах своєї компетенції мають бути пріоритетними й обов'язковими для виконання усіма органами, що здійснюють управління охороною праці на регіональному та галузевому рівнях.

**Управління охороною праці на регіональному рівні** здійснюють:

- в областях, місті Києві – обласні та Київська міська державні адміністрації;
- у районах – районні державні адміністрації;
- у селах, селищах, містах – виконавчі органи відповідних рад.

Місцеві державні адміністрації реалізують державну політику у сфері охорони праці у межах своїх повноважень та на відповідних територіях, враховуючи пріоритетність Держпраці. Повноваження регіональних органів управління охороною праці та безпечної життєдіяльності стосовно підприємств території необхідно чітко визначити і функціонально розмежувати з повноваженнями інших органів державного управління охороною праці шляхом прийняття відповідних нормативно-правових актів.

До сфери діяльності регіональних органів управління охороною праці та безпечної життєдіяльності належать об'єкти комунальної власності, інші об'єкти господарювання недержавної форми власності, в першу чергу, підприємства малого та середнього бізнесу, розташовані на відповідній території.

Функції регіональних органів управління охороною праці та безпечної життєдіяльності стосовно суб'єктів підприємницької діяльності, в першу чергу, стосовно малих та інших підприємств з недержавною формою власності полягають у наданні організаційно-методичної допомоги та забезпеченні контролю за додержанням вимог законодавства про охорону праці і здійснюються у взаємодії з регіональними управліннями Фонду соціального страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання.

З метою допомоги невеликим підприємствам, для яких створення служб охорони праці зі штатними працівниками є неможливим, слід забезпечити належні правові та організаційні передумови для залучення на договірних засадах сторонніх фахівців для вирішення проблем охорони праці. Необхідно сформувати ринок відповідних послуг, зокрема, розширити мережу добровільних об'єд-

нань фахівців з охорони праці, які на підставі одержаних ними ліцензій могли б забезпечити якісне обслуговування невеликих підприємств за їх замовленням.

**Органи місцевого самоврядування** проводять наступні заходи з управління охороною праці:

- реалізують державну політику у сфері охорони праці; затверджують і забезпечують реалізацію цільових регіональних програм поліпшення стану безпеки, умов праці та виробничого середовища, а також заходи з охорони праці у складі програм соціально-економічного й культурного розвитку регіонів у межах відповідних територій;

- відстежують ефективність дії чинного законодавства з охорони праці, здійснюють контроль за його додержанням і подають пропозиції щодо його удосконалення; запроваджують механізм соціального моніторингу з цих питань;

- забезпечують формування та реалізацію додаткових соціальних гарантій стосовно охорони праці в колективних договорах шляхом надання методичної допомоги;

- беруть участь у розробці регіональної угоди, сприяють прийняттю сторонами угоди зобов'язань із забезпечення додаткових соціальних гарантій охорони життя і здоров'я працюючих, їх соціального захисту у цій сфері.

**Виконавчі органи сільських, селищних, міських рад** забезпечують додержання вимог щодо охорони праці на об'єктах житлово-комунального господарства, побутового, торговельного обслуговування, транспорту й зв'язку, що перебувають у комунальній власності відповідних територіальних громад, а також іншими суб'єктами господарювання, які зареєстровані або розташовані на території відповідних рад, крім суб'єктів державної форми власності.

**Управління охороною праці на галузевому рівні** здійснюють міністерства та інші центральні органи виконавчої влади стосовно підприємств, що належать до сфери їх управління. У міністерствах та інших центральних органах виконавчої влади мають створюватися служби охорони праці, завдання й функції яких визначаються відповідним положенням.

Система управління охороною праці на рівні підприємств, організацій, установ створюються й функціонують відповідно до вимог Типового положення про службу охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 03.08.1993 р. № 73, яке підлягає перегляду з урахуванням затверджених Концепцією

управління охороною праці засад щодо подальшого удосконалення управління охороною праці на всіх рівнях.



Рисунок 1.7 – Структура системи управління охорони праці на підприємстві

Розглянемо які завдання та функції покладаються на визначену структуру управління охороною праці підприємства, організації та установи.

**Роботодавець (власник підприємства)** економічно зацікавлений в тому, щоб люди, які працюють на його підприємстві не травмувалися та не хворіли. Окрім того механізм соціального страхування передбачає збільшення страхового внеску, якщо на підприємстві зростає травматизм та профзахворювання працівників. Тому він безпосередньо забезпечує виконання нормативно-правових актів про охорону праці.

**Система управління охороною праці (СУОП)** – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять цілеспрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління метою забезпечення здорових, безпечних і високо-продуктивних умов праці,

запобігання травматизму та профзахворювань, а також додержання прав працівників, встановлених законодавством про охорону праці.

В спрощеному вигляді СОУП представляє собою сукупність органа (суб'єкта) та об'єкта управління, що зв'язані між собою каналами передачі інформації. Суб'єктом управління в СОУП на підприємстві в цілому є керівник (головний інженер), а в цехах, на виробничих дільницях і в службах - керівники відповідних структурних підрозділів і служб. Суб'єкт управління аналізує інформацію про стан охорони праці в структурних підрозділах підприємства та приймає рішення спрямовані на приведення фактичних показників охорони праці у відповідність з нормативами. Об'єктом управління в СОУП є діяльність структурних підрозділів та служб підприємства по забезпеченню безпечних і здорових умов праці на робочих місцях, виробничих дільницях, цехах та підприємства в цілому.

**Основними завданнями** управління охороною праці є:

- опрацювання заходів щодо здійснення державної політики з охорони праці;

- підготовка, прийняття та реалізація заходів, спрямованих на забезпечення, а саме: *належних, безпечних і здорових умов праці; утримання в належному стані виробничого устаткування, будівель і споруд, інженерних мереж, безпечного ведення технологічних процесів; необхідних засобів індивідуального захисту для працівників; організації і проведення навчання працівників з питань охорони праці; пропаганди охорони праці; обліку, аналізу та оцінки стану умов і безпеки праці; професійного добору працівників окремих спеціальностей; страхування працівників від нещасного випадку на виробництві та профзахворювань;*

- організаційно-методичне керівництво на підприємстві, організації та установі;

- стимулювання інтеграції управління охороною праці в єдину систему загального управління організацією виробництва;

- широке впровадження позитивного досвіду у сфері охорони праці.

**Основні функції** управління охороною праці:

- ✓ організація та координація робіт у галузі охорони праці;
- ✓ облік, аналіз та оцінка показників стану умов та безпеки праці;

- ✓ планування та фінансування робіт;

- ✓ контроль за дотриманням вимог нормативно-правових актів з питань охорони праці.

**Функція планування** має вирішальне значення. В основі її лежить прогностичний аналіз. Перспективне планування вміщує найбільш важливі, трудомісткі і довгострокові заходи з охорони праці. Основною формою планування – є розроблення комплексного плану підприємства щодо покращення стану охорони праці.

## **Питання 2.**

### **Причини, аналіз та профілактика виробничого травматизму**

Для аналізу і профілактики травматизму важливе значення має класифікація причин. При цьому необхідно враховувати комплект факторів, що визначають безпечні і нешкідливі умови праці на виробництві.

При встановленні причин нещасного випадку зазначаються і кодуються три групи причин відповідно класифікатора:

#### **Перша група – технічні причини:**

- ✓ конструктивні недоліки, недосконалість, недостатня надійність засобів виробництва;
- ✓ конструктивні недоліки, недосконалість, недостатня надійність транспортних засобів;
- ✓ неякісна розробка або відсутність проектної документації на будівництво, реконструкцію виробничих об'єктів, будівель, споруд, обладнання, тощо;
- ✓ неякісне виконання будівельних робіт;
- ✓ недосконалість, невідповідність вимогам безпеки технологічного процесу;
- ✓ незадовільний технічний стан виробничих об'єктів, будинків, споруд, території, засобів виробництва, транспортних засобів;
- ✓ незадовільний стан виробничого середовища (несприятливі метеорологічні умови, підвищена концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони; наявність шкідливих опромінь (випромінювань); незадовільна освітленість, підвищений рівень шуму і вібрації й ін.);

**Друга група – організаційні причини** (що залежать від рівня організації праці на виробництві і діяльності самої людини):

- ✓ незадовільне функціонування, недосконалість або відсутність системи управління охороною праці;

- ✓ недоліки під час навчання безпечним прийомам праці, у т. ч.: (відсутність, або неякісне проведення інструктажу; допуск до роботи без навчання та перевірки знань з охорони праці);
- ✓ неякісна розробка, недосконалість інструкцій з охорони праці або їх відсутність;
- ✓ відсутність у посадових інструкціях функціональних обов'язків з питань охорони праці;
- ✓ порушення режиму праці та відпочинку;
- ✓ відсутність або неякісне проведення медичного обстеження (проф. відбору);
- ✓ невикористання засобів індивідуального захисту через незабезпеченість ними;
- ✓ виконання робіт з відключеними несправними засобами колективного захисту, системами сигналізації, вентиляції, освітлення тощо;
- ✓ залучення до роботи працівників не за спеціальністю (професією);
- ✓ порушення технологічного процесу;
- ✓ порушення вимог безпеки під час експлуатації транспортних засобів;
- ✓ порушення правил дорожнього руху;
- ✓ незастосування засобів колективного захисту (за їх наявності);
- ✓ незастосування засобів індивідуального захисту (за їх наявності);
- ✓ порушення трудової і виробничої дисципліни, в т. ч.: (невиконання посадових обов'язків; невиконання вимог інструкцій з охорони праці).

**Третя група – психофізіологічні причини** (зв'язані з несприятливою особливістю особистого фактора; невідповідність анатомо-фізіологічних і психологічних особливостей організму людини умовам праці):

- ✓ алкогольне, наркотичне сп'яніння, токсикологічне отруєння;
- ✓ незадовільні фізичні дані або стан здоров'я;
- ✓ незадовільний психологічний клімат у колективі;
- ✓ травмування внаслідок протиправних дій інших осіб, інші причини.

Серед причин, не внесених у класифікатор, варто також враховувати соціальні причини, обумовлені станом особистості в даний момент, якістю особистості: недостатня ефективність норм трудового права; побутові умови; рівень доходу в родині; приналежність до того чи іншого соціального шару та ін.

При розгляді нещасливого випадку вказується основна причина і супутня. Як показують статистичні дані, психофізіологічним (людським) фактором приділяється другорядна (супутня) роль, незважаючи на те, що, як показує міжнародна статистика, з вини людини відбуваються близько 90 % нещасних випадків. Це порозумівається недосконалістю об'єктивних методів оцінки впливу цих причин на виникнення нещасливого випадку.

*Аналіз виробничого травматизму* розробляється для встановлення закономірностей його формування і розробці ефективних профілактичних заходів.

У процесі аналізу травматизму повинні бути з'ясовані причини нещасних випадків і розроблені заходи щодо їх попередження.

Для аналізу виробничого травматизму застосовують три основних методи: *статистичний, монографічний, економічний*.

**Статистичний метод** заснований на вивченні причин травматизму по документах, що реєструють нещасні випадки (акти за формою Н-1, листки тимчасової непрацездатності) за визначений період часу (квартал, рік, півріччя) у випадку професійних захворювань аналізуються дані карт обліку професійних захворювань за формою П-5, які складаються на підставі актів розслідування випадків профзахворювань.

Цей метод дозволяє визначити порівняльну динаміку травматизму по окремих галузях, підприємствам, цехам, ділянкам одного підприємства і виявити закономірності чи ділянки зниження травматизму.

Для оцінки рівнів травматизму користаються відносними показниками (коефіцієнтами) частоти, ваги і втрат.

За *коефіцієнт частоти* травматизму приймається число нещасних випадків, що приходиться на тисячу працюючих за визначений період:

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} 1000, \quad (1)$$

де  $T$  – число нещасних випадків за звітний період;  $P$  – середнє-списочне число працюючих за той же період.

*Коефіцієнт важкості* травматизму характеризує середня кількість днів непрацездатності, що приходяться на один нещасний випадок:

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{T}, \quad (2)$$

де  $D$  – сумарна кількість днів непрацездатності по всіх нещасних випадках за звітний період.

За *коефіцієнт утрат* (показника загального травматизму) приймається кількість людино діб непрацездатності, що приходяться на 1000 працівників. У ці показники не включаються групові і смертельні нещасливі випадки:

$$K_B = K_{\text{ч}} \cdot K_T = \frac{D}{P} \cdot 1000. \quad (3)$$

Зміна *коефіцієнтів частоти, важкості і втрат* протягом ряду років характеризує динаміку промислового травматизму й ефективність заходів щодо попередження травматизму.

При *заглибленому* статичному аналізі травматизму крім виявлення причин травматизму виробляється також аналіз нещасних випадків по джерелах і характеру впливу на організм, видам чи робіт виробничих операцій, характеру травм, аналізуються зведення про потерпілих (професія, стаж, стать, вік), дані про час події (місяць, година робочого дня, зміна). Отримані зведення орієнтують дослідників у небезпеці виробничої обстановки, у питаннях розробки індивідуальних захисних пристосувань, дозволяють провести попереджувальні заходи.

До різновидів статистичного аналізу відносяться *груповий і топографічний*.

**Груповий** метод вивчень травматизму заснований на повторюваності нещасних випадків незалежно від ваги ушкоджень. Наявний матеріал розслідування розподіляється по групах з метою виявлення найбільше часто повторюваних випадків (однакових за обставинами). Нещасні випадки групуються за окремими однорідними ознаками: видом робіт, обладнанням, кваліфікацією, спеціальністю, віком потерпілого, причинами нещасних випадків тощо.

**Топографічний** метод складається у вивченні причин нещасних випадків, щодо до місця їхньої події, які систематично наносяться умовними знаками на плани ділянки, цеху, підприємства. Метод дає наочне уявлення про місця зосередження травматизму без вивчення обставин та причини, що викликали нещасний випадок.

Статистичні методи дослідження дають загальну картину стану травматизму, установлюють його динаміку, виявляють визначені залежності, але при цьому не вивчаються заглиблено умови, у яких стався нещасливий випадок.

**Монографічний** метод включає детальне дослідження всього комплексу умов, у яких стався нещасний випадок: процеси, устаткування, матеріали, захисні засоби, умови виробничої обстановки і т. д. У результаті дослідження виявляються не тільки причини

нещасних випадків, але і сховані (потенційні) небезпечні і шкідливі фактори, що можуть привести до травматизму.

**Економічний** метод полягає у визначенні економічного збитку від виробничого травматизму, а також в оцінці ефективності витрат, спрямованих на попередження нещасних випадків з метою оптимального розподілу засобів на заходи щодо охорони праці.

Прогнозування травматизму здійснюється звичайно використанням статистичних даних щодо  $K_{\text{ч}}$ ,  $K_{\text{т}}$ ,  $K_{\text{в}}$  за кілька років роботи, це створює можливість екстраполювати криву, що описує застосування зазначених показників, на найближчий календарний період.

## Т е м а 4

### ОСНОВИ ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ

1. Основні показники метеорологічних умов середовища виробничого приміщення
2. Виробниче освітлення приміщень
3. Виробничі вібро-акустичні коливання та їх вплив на організм людини
4. Вентиляція та кондиціонування повітря у виробничих приміщеннях

#### *П и т а н н я 1.*

**Основні показники метеорологічних умов середовища виробничого приміщення.**

*Мікроклімат – тепловий і газовий обмін організму з навколишнім середовищем.*

Метеорологічні умови визначають теплообмін організму людини і роблять істотний вплив на функціональний стан різних систем організму, самопочуття, працездатність і здоров'я.

Метеорологічні умови виробничого середовища залежать від фізичного стану повітряного середовища і характеризуються основними метеорологічними елементами: температурою, вологістю і швидкістю руху повітря, а також тепловим випромінюванням нагрітих поверхонь устаткування і оброблюваних матеріалів і виробів. Сукупність цих чинників, характерних для даного виробничого приміщення, називається *виробничим мікрокліматом*.

Метеорологічні чинники, як кожний окремо, так і в різних поєднаннях, роблять величезний вплив на функціональну діяльність людини. Для виробничих умов в більшості випадків характерна сумарна дія метеорологічних чинників. Така дія може бути або антагоністичною, коли дія одного або декількох чинників ослабляється або повністю знищується іншими, або ж потенційованою, коли дія одного несприятливого чинника посилює інший, також несприятливий чинник.

Так, збільшення швидкості руху повітря ослабляє несприятливу дію високої температури і посилює дію низької; підвищення вогкості повітря усугубляє дію як високої, так і низької температури. Отже, в одних випадках поєднання метеорологічних чинників створює сприятливі умови для нормального протікання життєвих функцій організму, а в інших – несприятливі, що може привести до порушення *терморегуляції* організму.

*Терморегуляція* – це сукупність фізіологічних і хімічних процесів в організмі людини, направлених на підтримку температури тіла (в межах 36-37 °С). Збереження постійної температури тіла в широкому діапазоні змін метеорологічних чинників – необхідна умова для протікання в організмі біохімічних процесів, що лежать в основі його життєдіяльності. Підвищення температури тіла вище за ці межі називається перегрівом, пониження її – охолодженням. Перегрівання і охолодження ведуть до небезпечних для організму порушень його життєвих функцій.

*Терморегуляція* – фізіологічний процес, що знаходиться під контролем центральної нервової системи. Вона забезпечує рівновагу між кількістю тепла, що безперервно утворюється в організмі в процесі обміну речовин, і надлишками тепла, що безперервно віддається в навколишнє середовище, тобто підтримує тепловий баланс організму людини.

Розрізняють хімічну і фізичну терморегуляцію. Хімічна терморегуляція досягається зниженням рівня обміну речовин при загрозі перегріву організму або посиленням обміну при охолодженні.

Фізична терморегуляція може відбуватися трьома шляхами:

*випромінювання* (у вигляді інфрачервоного проміння, випромінюваного поверхнею тіла у напрямі оточуючих предметів з більш низькою температурою);

*конвекція* (нагрів повітря, омиваного поверхня тіла);

*випаровування вологи* (поту) з поверхні тіла (шкіри) і слизистих оболонок верхніх дихальних шляхів.

Розмір тепловиділення  $Q$  організмом людини залежить від таких факторів:

– фізичного чи розумового навантаження людини у певних метеорологічних умовах, у стані легкої фізичної роботи становить до 139 Вт і в стані важкої фізичної роботи – до 290 Вт;

– параметрів мікроклімату оточуючого середовища:  $t$ , °С;  $\phi$ , %;  $V$ , м/с;  $P$ , Па (мм рт. ст.).

Позначимо кількість тепла, що виробляється в організмі, через  $Q_M$  – так зване метаболічне тепло (метаболізм від грецького *μεταβολε* – зміна, обмін речовин в організмі). Частина цього тепла витрачається на здійснення механічної роботи  $Q_{екв}$  (дихання, серцева діяльність, рухи людини, а також виконання зовнішньої фізичної роботи), а частина залишається в організмі й підлягає відведенню в оточуюче середовище –  $Q_{відв}$ , тобто

$$Q_M = Q_{екв} + Q_{відв}. \quad (1)$$

Віддача тепла організмом людини в оточуюче середовище регулюється механізмом терморегуляції з урахуванням мікроклімату та фізичного навантаження і відбувається тими ж шляхами, що і будь-якого нагрітого тіла – *конвекцією, випромінюванням, випаровуванням.*

$$Q_{відв} = Q_{конв} + Q_{випром} + Q_{випар}. \quad (2)$$

1. **Конвективний** теплообмін є функцією  $F_T, V, \Delta t$ :

$$Q_{конв} = f(F_T, V, \Delta t), \quad (3)$$

де  $F_T$  – площа поверхні тіла людини, м<sup>2</sup>;  $V$  – швидкість руху повітря;  $\Delta t = (t_T - t_{п})$  – різниця температур відповідно поверхні тіла одягненої людини і навколишнього повітря, °С.

Теплообмін ефективний за умови

$$t_T \gg t_{п} \quad \text{та} \quad V > 0.$$

Із зростанням температури повітря зменшується частка теплоти, що віддається конвекцією, а при температурі 30–35,5 °С тепловіддача припиняється. Тому в гарячих цехах конвективний теплообмін не є ефективним.

2. Тепловіддача **випромінюванням** є функцією  $F_{випр}, \varepsilon, dT$ :

$$Q_{випр} = f(F_{випр}, \varepsilon, T_T^4, T_{оточ.}^4), \quad (4)$$

де  $F_{випр}$  – ефективна випромінююча поверхня тіла людини, м<sup>2</sup>;  $\varepsilon$  – випромінювальна здатність зовнішньої поверхні одягу;  $T_T$  – середня температура поверхні тіла одягненої людини, К;  $T_{оточ.}$  – температура оточуючих поверхонь, К.

Теплообмін є ефективним при  $T_T \gg T_{\text{оточ.}}$ .

Випромінювання теплоти організмом відбувається за умови, що температура поверхонь, що оточують людину, є нижчою від температури поверхні одягу та відкритих частин тіла. Якщо ж температура оточуючих поверхонь висока (30–35 °С), то тепловіддача за рахунок випромінювання припиняється, а при ще вищій температурі оточуючих поверхонь відбувається зворотний процес нагрівання організму людини.

3. За допомогою **випаровування вологи** (випаровування і потовиділення з поверхні шкіри) –  $Q_{\text{випар}}$ . Тепло, що віддається організмом за рахунок випаровування вологи з поверхні тіла, залежить від температури, відносної вологості та швидкості руху повітря

$$Q_{\text{випар}} = f(t_p, \varphi, V). \quad (5)$$

Випаровування є ефективним, якщо  $\varphi < 100\%$ ,  $V > 0$  та  $t_p > 0$ .

Тепловіддача радіацією і конвекцією може відбуватися тільки в тому випадку, якщо температура навколишнього середовища нижче за температуру тіла, причому інтенсивність тепловіддачі тим більше, чим вище різниця цих температур. При температурі навколишнього середовища, рівного або вище за температуру поверхні тіла, тепловіддача можлива тільки шляхом виділення поту, на випаровування одного грама якого затрачується близько 2,5 кДж (0,6 ккал).

Віддача тепла з випотом можлива лише в тому випадку, якщо піт, що виділяється, випаровується з поверхні тіла. Швидкість же випаровування поту, отже, і інтенсивність тепловіддачі, залежить від вологості і швидкості руху повітря, а також від матеріалу, вигляду і крою одягу.

В умовах, коли тепловіддача відбувається тільки в результаті випаровування поту, а вологість повітря перевищує 75–80 %, може наступити перегрів організму, викликаний порушенням терморегуляції. Найхарактерніша ознака порушення терморегуляції – підвищення температури тіла. При невеликому перегріві симптоми обмежуються легким підвищенням температури тіла, рясним випотом, спрагою, невеликим почастишанням дихання і пульсу. При більш значному перегріві виникають ще і запаморочення, утрудняє мова і ін. Описана форма порушення терморегуляції з переважанням різкого підвищення температури тіла називають *тепловою гипертермией*.

Інша форма перегріву характеризується переважанням порушення ввідно-сольового обміну і відома під назвою *судорожної*

*хвороби*. Вона протікає у формі судом різних, особливо литкових м'язів і супроводжується великою втратою поту, сильним згущуванням крові і т. п. Надалі може наступити *тепловий удар*, що протікає з втратою свідомості, підвищенням температури тіла до 40-41 °С, слабим і прискореним пульсом.

Несприятлива дія може надавати не тільки висока температура, але і низька. Тривале охолодження часто приводить до розладу діяльності капілярів і дрібних артерій. При цьому відбувається і переохолодження всього організму.

4. Частина тепла в організмі витрачається на **нагрівання вдихуваного повітря**, прийнятої їжі тощо –  $Q_{\text{дих}}$ . Це тепло є функцією температури оточуючого повітря і його вологовмісту (кількість водяної пари, в грамах, що припадає на 1 кг сухого повітря):

$$Q_{\text{дих}} = f(t_{\text{п}}, d_{\text{п}}), \quad (6)$$

де  $d_{\text{п}}$  – вологовміст повітря, г/кг.

В нормальних умовах, при температурі оточуючого повітря 18 °С (20 °С), при слабому русі повітря людина в стані спокою втрачає в результаті радіації близько 45 % всієї організмом теплової енергії, що виробляється, конвекцією – до 30 % і випаровуванням поту – до 20 %, близько 5 % тепла витрачається на зігрівання їжі, що приймається, води і вдихуваного повітря. При цьому понад 80% тепло віддається через шкіру, приблизно 13 % через органи дихання.

Нормальне теплове самопочуття (комфортні умови), забезпечуються при дотриманні теплового балансу, внаслідок чого температура внутрішніх органів людини залишається постійною і такою, що дорівнює приблизно 36,6 °С ( $\pm 0,5$  °С).

Загальне рівняння теплового балансу організму людини:

$$S = Q_{\text{м}} - (Q_{\text{екв}} + Q_{\text{конв.}} + Q_{\text{випром.}} + Q_{\text{випар.}} + Q_{\text{дих}}), \quad (7)$$

де  $S$  – показник надлишку (нестачі) тепла в організмі, самопочуття людини.

При  $S > 0$  існує надлишок тепла перегрів організму, отже, тепловий дискомфорт;

при  $S < 0$  виникає недостатність тепла, недогрів організму і також тепловий дискомфорт;

при  $S = 0$  створюється тепла рівновага, а це і є оптимальні умови й тепловий комфорт.

Нормальні метеорологічні умови в робочій зоні виробничих приміщень визначаються нормами метеорологічних умов. При нор-

муванні умов для різних галузей промисловості виходять із загальних міжгалузевих норм «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (ГОСТ 12.1.005-88).

*Нормуються оптимальні та допустимі температура повітря ( $t_{п}, ^\circ\text{C}$ ), відносна вологість ( $\phi, \%$ ) і швидкість руху повітря ( $V, \text{м/с}$ ) для робочої зони виробничих приміщень з урахуванням постійних і непостійних робочих місць. **Норми враховують категорії робіт і пору року.***

**Пора року:**

– холодний період (сезон) з середньодобовою температурою зовнішнього повітря нижче  $+10\text{ }^\circ\text{C}$ ;

– теплий період із середньодобовою температурою  $+10\text{ }^\circ\text{C}$  і вище.

**Категорії робіт.** Параметри сприятливих метеорологічних умов є різними для різних рівнів фізіологічного навантаження організму. Усі роботи поділяються за витратами енергії на наступні три категорії.

**А. Легкі фізичні роботи (категорії Іа, Іб):**

Іа – легкі фізичні роботи, при яких витрати енергії не перевищують 139 Вт. До них відносять роботи, що виконуються сидячи і супроводжуються незначним фізичним напруженням;

Іб – легкі фізичні роботи, при яких енерговитрати становлять 140...174 Вт. До них належать роботи, які виконуються сидячи або стоячи, з незначною ходьбою і які супроводжуються деяким фізичним напруженням.

**Б. Фізичні роботи середньої важкості (категорії Іа, Іб)** охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії становить 175...232 Вт (категорія Іа) та 233...290 Вт (категорія Іб). До категорії Іа відносять роботи, що зв'язані з постійною ходьбою, виконуються сидячи чи стоячи, але не потребують переміщення вантажів.

До категорії Іб належать роботи, зв'язані з ходьбою і перенесенням невеликих (до 10 кг) вантажів.

**В. Категорія важких фізичних робіт (категорія ІІІ)** охоплює види діяльності, при яких витрата енергії перевищує 290 Вт.

До категорії ІІІ відносяться роботи, зв'язані із систематичним фізичним напруженням, а також з постійними пересуваннями і перенесенням значних (понад 10кг) вантажів.

Як зазначалося вище, ДСН 3.3.6.042-99 передбачають оптимальні та допустимі метеорологічні умови.

**Оптимальні мікрокліматичні умови** – сполучення параметрів мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечують збереження нормального функціонального і теплового стану організму без напруження реакцій терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту і створюють передумови для високого рівня працездатності.

**Допустимі мікрокліматичні умови** – сполучення параметрів мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину можуть викликати такі тимчасові зміни функціонального і теплового стану організму, що не виходять за межі фізіологічних пристосувальних можливостей. При цьому не виникає ушкоджень чи порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні теплові відчуття, погіршення самопочуття і зниження працездатності.

**Оптимальні метеоумови** забезпечують відчуття теплового комфорту і створюють передумови для високого рівня працездатності.

**Допустимі метеоумови** забезпечують нормальні умови праці, погіршення яких може привести до професійних захворювань (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Оптимальні і допустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень для холодного і теплового періоду року

Період року	Категорія робіт за енерговитратах	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с (не більш)	
		Оптим.	Допуст.	Опт.	Доп.	Опт.	Доп.
Холодний	Ia	22–24	21–25	40–60	75	0,1	0,1
	Iб	21–23	20–24	40–60	75	0,1	0,2
	IIa	18–20	17–23	40–60	75	0,2	0,3
	IIб	17–19	15–21	40–60	75	0,2	0,4
	III	16–18	13–19	40–60	75	0,3	0,4
Теплий	Ia	23–25	22–28	40–60	55	0,1	0,1–0,2
	Iб	22–24	21–28	40–60	65	0,2	0,1–0,3
	IIa	21–23	18–27	40–60	65	0,3	0,2–0,4
	IIб	20–22	16–27	40–60	65	0,4	0,2–0,5
	III	18–20	15–26	40–60	65	0,4	0,2–0,6

Для забезпечення *оптимальних значень* параметрів, звичайно, необхідно витратити більше коштів (кондиціонування повітря), ніж для забезпечення *допустимих значень* параметрів. Відповідно до

норм, вони (оптимальні умови) створюються в кабінах, на пультах і місцях керування технологічними процесами, у залах обчислювальної техніки, а також там, де це передбачено галузевими документами. В інших виробничих приміщеннях повинні забезпечуватися допустимі метеорологічні умови.

У виробничих приміщеннях, де з технічних чи економічних причин неможливо забезпечити допустимі нормативні показники мікроклімату, повинні передбачатися заходи щодо захисту працюючих від перегрівання чи охолодження.

## ***Питання 2.***

### **Виробниче освітлення приміщень**

**Основна задача** освітлення на виробництві – створення найсприятливіших умов праці щодо зору.

Цю задачу можна вирішити тільки освітлювальною системою, яка задовольняє наступні **вимоги**:

- освітленість на робочому місці повинна відповідати санітарно-гігієнічним нормам;
- має бути досить рівномірним розподіл яскравості на робочій поверхні, а також у межах оточуючого простору, і яскравість має не відрізнятись більш ніж у 3–5 разів;
- у полі зору не повинно бути прямої і відбитої блискучості (підвищена яскравість світлових поверхонь, що викликає засліплення);
- значення освітленості (чи світлового потоку) має бути постійною в часі (порушується при коливанні напруги в мережі, пульсації світлового потоку, затемненні світлових отворів тощо);
- слід вибирати оптимальну спрямованість світлового потоку і необхідний спектральний склад світла (розпізнання рельєфу поверхні та правильної кольоропередачі, кольоророзпізнання);
- всі елементи освітлювальних установок (ОУ) повинні бути довговічними, електро- і пожегобезпечними;
- освітлювальна установка має бути зручною і простою та надійною в експлуатації, відповідати вимогам естетики.

Усі ці вимоги враховуються чинними нормами проектування і правилами експлуатації освітлення у виробничих приміщеннях і на відкритих просторах, місцях.

Основним нормативним документом є ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» Зміна № 1 2008, № 2 2012.

Відповідно до даного нормативного документу визначенні терміни та поняття щодо виробничого освітлення, а саме:

**Бокове природне освітлення** – природне освітлення приміщень крізь світлові прорізи у зовнішніх стінах.

**Верхнє природне освітлення** – природне освітлення приміщень крізь ліхтарі, світлові прорізи в стінах у місцях перепаду висот будинку.

**Відбивна блискість** – характеристика відбивання світлового потоку від робочої поверхні у рямку очей працюючого, що визначає зниження видимості внаслідок надмірного збільшення яскравості робочої поверхні і вуалюючої дії, яка знижує контраст між об'єктом і фоном.

**Відносна площа світлових прорізів  $S_{л}/S_{п}$ ;  $S_{в}/S_{п}$**  – відношення площі ліхтарів або вікон до освітлюваної площі підлоги приміщення; виражається у відсотках.

**Геометричний коефіцієнт природної освітленості** – відношення площі ортогональної проекції на робочу площину ділянки умовної небесної півсфери, видимої з розрахункової точки через незаповнений світло проріз або його частину, від якої розраховується освітленість, до площини основи небесної півсфери. У разі розрахунку геометричного коефіцієнта природної освітленості від протилежного будинку – відношення площі ортогональної проекції на робочу площину ділянки небесної півсфери, що затінюється будинком у розрахунковій точці, до площі основи небесної півсфери. Виражається у відсотках.

**Додаткове штучне освітлення** – освітлення, яке використовується протягом робочого дня в зонах з недостатнім природним світлом.

**Евакуаційне освітлення** – освітлення для евакуації людей із приміщення при аварійному відключенні робочого освітлення.

**Еквівалентний розмір об'єкта розрізнення** – розмір рівнояскравого кола на рівнояскравому фоні, який має такий самий порогів контраст, що і об'єкт розрізнення при даній яскравості фону.

**Заливаюче освітлення** – загальне (рівномірне або нерівномірне) освітлення всього фасаду будинку чи споруди або його основної частини світловими приладами.

**Загальне освітлення** – освітлення, за якого світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або відносно розміщення обладнання (загальне локалізоване освітлення).

**Комбіноване освітлення** – освітлення, за якого до загального освітлення додається місцеве.

**Комбіноване природне освітлення** – поєднання верхнього і бокового природного освітлення.

**Контраст об'єкта розрізнення з фоном  $K$**  – відношення абсолютної величини різниці між яскравістю об'єкта і фону до яскравості фону.

Контраст об'єкта розрізнення з фоном  $\epsilon$ :

✓ великим – при  $K$  більше 0,5 (об'єкт і фон різко відрізняються за яскравістю);

✓ середнім – при  $K$  від 0,2 до 0,5 (об'єкт і фон помітно відрізняються за яскравістю);

✓ малим – при  $K$  менше 0,2 (об'єкт і фон мало відрізняються за яскравістю).

**Коефіцієнт природної освітленості (КПО)** – відношення природної освітленості, яка створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба (безпосереднім або після відбивання), до одночасного значення зовнішньої горизонтальної освітленості, яка створюється світлом повністю відкритого небо-схилу за середніх умов хмарності (при вилученні надходження прямого сонячного світла у точці, в яких визначається освітленість всередині та ззовні будинку); виражається у відсотках.

**Коефіцієнт запасу  $K_3$**  – розрахунковий коефіцієнт, що враховує зниження КПО і освітленості в процесі експлуатації внаслідок забруднення і старіння світлопрозорих заповнень у світлових прорізах, джерел світла (ламп) і світильників, а також зниження відбиваючих властивостей поверхні приміщення.

**Коефіцієнт пульсації освітленості  $K_{\Pi}$ , %** – критерій оцінки відносної глибини коливань освітленості внаслідок зміни в часі світлового потоку газорозрядних ламп при живленні їх змінним струмом, який виражається формулою

$$K_{\Pi} = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2E_{\text{сеп}}} \cdot 100,$$

де  $E_{\max}$ ,  $E_{\min}$  – відповідно максимальне і мінімальне значення освітленості за період її коливання, лк;  $E_{\text{сеп}}$  – середнє значення освітленості за той же період, лк.

**Коефіцієнт світлового клімату  $m$**  – коефіцієнт, який враховує особливості світлового клімату для даної орієнтації світло прорізу чи фасаду протипожежного будинку.

**Локальне освітлення** – освітлення частини будинку або споруди, а також окремих архітектурних елементів за відсутності заливаючого освітлення.

**Місцеве освітлення** – освітлення, додаткове до загального, що створюється світильниками, як концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

**Напівциліндрична освітленість** – характеристика насиченості світлом простору і тінестворюючого ефекту освітлення для спостерігача, який рухається по вулиці паралельно її осі. Визначається як середня щільність світлового потоку на поверхні вертикально розташованого на поздовжній лінії вулиці на висоті 1,5 м напівциліндра, радіус і висота якого наближаються до нуля. Розрахунок напівциліндричної освітленості виконується інженерним методом.

**Нерівномірність природного освітлення** – відношення середнього значення до найменшого значення КПО в межах характерного розрізу приміщення.

**Об'єкт розрізнення** – предмет, що розглядається, окрема його частина або дефект, які треба розрізнити в процесі роботи.

**Освітлення безпеки** – освітлення для продовження роботи при аварійному відключенні робочого освітлення.

**Охоронне освітлення** – освітлення вздовж межі території, що охороняється.

**Переносне освітлення** – тимчасове місцеве освітлення, яка здійснюється ручними, переносними або переставними світильниками, що включаються через контактні рознімні з'єднання і мають обмежену довжину проводу.

**Площа вікон  $S_V$**  – сумарна площа світлових прорізів (в світлі), які знаходяться в зовнішніх стінах освітлюваного приміщення, м<sup>2</sup>.

**Площа ліхтарів  $S_L$**  – сумарна площа світлових прорізів (в світлі) усіх ліхтарів, які знаходяться і покрівлі над освітлюваним приміщенням або прогоном, м<sup>2</sup>.

**Показник дискомфорту  $M$**  – критерій оцінки дискомфорту блискоті, яка викликає неприємні почуття при нерівномірному розподіленні яскравості в полі зору, який виражається формулою

$$M = \frac{L_c \cdot \omega^{0,5}}{\varphi_0 \cdot L_{ад}^{0,5}},$$

де  $L_c$  – яскравість блискового джерела, кд/м<sup>2</sup>;  $\omega$  – кутовий розмір блискового джерела, стер;  $\varphi_0$  – індекс позиції блискового джерела відносно лінії зору;  $L_{ад}$  – яскравість адаптації, кд/м<sup>2</sup>.

При проектуванні показник дискомфорту розраховується інженерним методом.

**Показник осліпленості  $P$**  – критерій оцінки сліпучої дії освітлювальної установки, що визначається виразом

$$P = (S - 1) \cdot 1000,$$

де  $S$  – коефіцієнт осліпленості, що дорівнює відношенню порогових різниць яскравості за наявності і відсутності сліпучих джерел в полі зору.

**Природне освітлення** – освітлення приміщень світлом неба (прямим або відбитим), яке проходить крізь світлові прорізи в зовнішніх огорожувальних конструкціях.

**Робоче освітлення** – освітлення, яке забезпечує нормовані освітлювальні умови (освітленість, якість освітлення) в приміщеннях і в місцях виконання робіт поза будинками.

**Робоча поверхня** – поверхня, на якій виконується робота і нормується або вимірюється освітленість.

**Світловий клімат** – сукупність умов природного освітлення в тій або іншій місцевості (освітленість і кількість освітлення на горизонтальній і різноорієнтованих за сторонами горизонту вертикальних поверхнях, створюваних розсіяним світлом неба і прямим світлом сонця, тривалість сонячного сяйва і альbedo підстилаючої поверхні) за період понад десять років.

**Суміщене освітлення** – освітлення, за якого недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

**Умовна робоча поверхня** – умовно прийнята горизонтальна поверхня, розташована на висоті 0,8 м від підлоги.

**Фон** – поверхня, прилегла безпосередньо до об'єкта розрізнення, на якій він розглядається.

Фон буває:

- ✓ світлим – при коефіцієнті відбивання поверхні більше 0,4;
- ✓ середнім – те саме від 0,2 до 0,4;
- ✓ темним – те саме менше 0,2.

**Характерний розріз приміщення** – поперечний розріз по середині приміщення, площина якого перпендикулярна до площини зашкленних світлових прорізів (при боковому освітленні) або до поздовжньої осі прогонів приміщення. До характерного розрізу приміщення повинні попадати ділянки з найбільшою кількістю робочих місць, а також точки робочої зони, найбільш віддалені від світлових прорізів.

**Циліндрична освітленість  $E_{\text{ц}}$**  – характеристика насиченості приміщення світлом. Визначається як середня щільність світлового потоку на поверхні вертикально розташованого в приміщенні циліндра, радіус і висота якого наближаються до нуля. Розрахунок циліндричної освітленості проводиться інженерним методом.

**Чергове освітлення** – освітлення за відсутності основного робочого процесу.

**Освітлення** – використання світлової енергії Сонця і штучних джерел світла для забезпечення зорового сприйняття навколишнього світу.

Світло є природною умовою життєдіяльності людини, необхідним для збереження здоров'я і високої продуктивності праці, основаної на роботі зорового аналізатора – найтоншого й універсального органа відчуття.

Забезпечуючи безпосередній зв'язок організму з навколишнім світом, світло є сигнальним подразником для органа зору й організму в цілому: достатнє освітлення діє тонізуюче, поліпшує протікання основних процесів вищої нервової діяльності, стимулює обмінні й імунобіологічні процеси, впливає на формування добового ритму фізіологічних функцій організму людини.

При недостатній освітленості або коли наявні значні зміни освітленості чи умов видимості, органам зору необхідно пристосовуватися; це можливо завдяки властивостям очей – акомодатції й адаптації.

**Акомодатція** – це здатність ока пристосовуватися до ясного бачення предметів, що знаходяться від нього на різних відстанях.

**Адаптація зорова** – здатність ока змінювати чутливість при зміні умов освітлення. Завдяки процесу адаптації зоровий аналізатор має здатність працювати в широкому діапазоні освітленості. Розрізняють світлову адаптацію (від малої яскравості до великої) і темнову (від великої до малої).

**Світлова адаптація** при підвищенні яскравості у полі зору відбувається швидко – протягом 5–10 хв..

**Темнова адаптація** – пристосування ока до більш низьких яскравостей поля зору – розвивається повільніше (від 30 хв. до 2 годин).

Часті зміни рівнів яскравості приводять до зниження зорових функцій, розвитку стомлення внаслідок переадаптації ока. Зорове стомлення, викликане напруженою роботою та частою переадаптацією, призводить до зниження зорової і загальної працездатності.

Таким чином, на безпеку життєдіяльності людини впливають умови освітлення. Виходячи з усього вище зазначеного, гігієнічно раціональне освітлення як на виробництві, так і у побуті має величезне позитивне значення. Оптимальні світлові умови впливають на активність людини і її працездатність.

Залежно від природи джерела світлової енергії розрізняють три види освітлення: природне, штучне і суміщене.

**ПРИРОДНЕ ОСВІТЛЕННЯ** – освітлення приміщень світлом неба (прямим чи відбитим), що проникає крізь світлові прорізи в зовнішніх захисних конструкціях.

Приміщення з постійним перебуванням людей повинно мати, як правило, природне освітлення. Без природного освітлення допускається проектування приміщень, які визначені державними будівельними нормами на проектування будинків і споруд, нормативними документами з будівельного проектування будинків і споруд окремих галузей промисловості, затвердженими в установленому порядку, а також приміщення, розміщення яких дозволено в підвальних поверхах будинків.

Природне освітлення створюється природними джерелами світла – прямими сонячними променями (80 %) і дифузійним світлом небосводу (20 %, тобто решта сонячних променів, розсіяних атмосферою).

Природне освітлення – це біологічно найбільш цінний вид освітлення, до якого максимально пристосоване око людини. Його дія визначається високою інтенсивністю світлового потоку і сприятливим спектральним складом, що поєднує рівномірний розподіл енергії в області видимого, ультрафіолетового й інфрачервоного видів випромінювань.

Природне освітлення є чинником, що визначає не тільки рівень освітленості й умови видимості, але ще й позитивно психофізіологічно впливає на людину завдяки безпосередньому зв'язку з навколишнім світом через світлові прорізи.

Однак зі світлотехнічного боку природне світло має ряд недоліків, особливо відчутних у виробничих приміщеннях:

– важко забезпечити раціональне освітлення всієї площі цеху через специфічне розташування віконних прорізів;

– прямі сонячні промені мають сліпучу яскравість і тому неприпустимі на робочому місці;

– залежність освітленості від часу доби і пори року, географічної широти, ступеня хмарності та забруднення атмосфери.

За будівельними нормами і правилами ДБН В.2.5-28-2006 необхідно, щоб усі виробничі, підсобні, складські та допоміжні приміщення були забезпечені денним світлом (для приміщень з постійним перебуванням людей).

Винятки становлять підземні споруди, склади з короткочасним перебуванням у них людей, фотолабораторії та інші технологічні приміщення.

Освітленість, створювана розсіяним денним світлом у відкритому місці, є різною для різних широт, пори року і часу доби, тому природне освітлення не можна кількісно оцінювати значенням освітленості.

Природне освітлення виробничих приміщень здійснюється:

✓ *боковим світлом* – одно- і двостороннє через світлопрорізи (вікна) у зовнішніх стінах;

✓ *верхнім світлом* – через світлові ліхтарі – прорізи в перекриттях;

✓ *комбінованим світлом* – через світлові ліхтарі – прорізи в перекриттях та вікна.

Природне освітлення верхнім і комбінованим світлом забезпечує більшу рівномірність рівня освітленості, ніж бокове. При застосуванні тільки бічного освітлення створюється висока освітленість поблизу вікон і низька у глибині цеху, і при цьому можливе утворення тіней від устаткування великих розмірів.

Практика показує, що використання одного природного світла для промислових будівель є недостатнім через недосконалість застосовуваних світлопрозорих конструкцій і незадовільну їх експлуатацію.

У будинках з недостатнім природним освітленням застосовують:

**СУМІЩЕНЕ ОСВІТЛЕННЯ** – освітлення, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Суміщене освітлення приміщень виробничих будинків слід передбачати:

- для виробничих приміщень, в яких виконуються роботи І–Ш розрядів;

- для виробничих та інших приміщень у випадках, коли за умов технології, організації виробництва або клімату в місці будівництва необхідні об'ємно-планувальні рішення, які не дозволяють забезпечити нормоване значення КПО (багатоповерхові будинки великої ширини тощо), а також у випадках, коли техніко-економіч-

на доцільність суміщеного освітлення порівняно з природним підтверджена відповідними розрахунками;

- відповідно до нормативних документів з будівельного проектування будинків і споруд окремих галузей промисловості, затверджених в установленому порядку.

Суміщене освітлення приміщень житлових, громадських і допоміжних будинків допускається передбачати у випадках, коли це потрібно за умов вибору раціональних об'ємно-планувальних рішень за винятком житлових кімнат та кухонь житлових будинків і гуртожитків, віталень і номерів готелів, спальних приміщень санаторіїв і будинків відпочинку, групових і гральних дитячих дошкільних закладів, палат лікувально-профілактичних установ.

Загальне (незалежно від прийнятої системи освітлення) штучне освітлення виробничих приміщень, призначених для постійного перебування людей, повинно забезпечуватися розрядними джерелами світла.

Вибір джерел світла слід робити відповідно до вимог цих Норм.

Застосування ламп розжарювання допускається в окремих випадках, коли за умов технології, середовища або вимог до оформлення інтер'єра використання розрядних джерел світла неможливе або недоцільне.

**ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ** промислових підприємств здійснюється штучними джерелами світла. Упровадження нових технологічних процесів, які потребують напруження зору, подальший розвиток компактності забудови, масове застосування блоків промислових споруд неминуче пов'язане з посиленням ролі штучного освітлення, що у ряді випадків залишається єдиним (безвіконні промислові будинки і споруди) або доповнює недостатнє природне освітлення у віддалених від світлопрорізів зонах приміщення (у безліхтарних і багатоповерхових будинках).

На цей час розроблені освітлювальні установки, які за яскравістю, характером, спектром випромінюваного світла наближаються до природного спектра, що дозволяє доповнювати штучне «денним» світлом недостатність природного світла. Однак використання штучного освітлення пов'язане з витратами енергії, труднощами його монтажу, високою вартістю і вимагає постійного нагляду за експлуатацією ОУ.

Штучне освітлення поділяється на: *робоче, аварійне, охоронне, чергове.*

Аварійне освітлення поділяється на: *освітлення безпеки та евакуаційне*.

Для загального штучного освітлення приміщень слід використовувати, як правило, розрядні джерела світла, віддаючи перевагу за однакової потужності джерелам світла з найбільшою світловою віддачею і строком служби.

Світлова віддача джерел світла для штучного освітлення приміщень при мінімально допустимих індексах кольоропередачі не повинна бути менше значень, наведених у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Світлова віддача джерел світла

Тип джерела світла	Світлова віддача, лм/Вт, не менше, при мінімально допустимих індексах кольоропередачі				
	$R_a \geq 80$	$R_a \geq 60$	$R_a \geq 45$	$R_a \geq 25$	$R_a \leq 25$
Люмінесцентні лампи	65	75	–	–	–
Компактні люмінесцентні лампи	70	–	–	–	–
Металогалогенні лампи	75	90	–	–	–
Дюгові ртутні лампи	–	–	55	–	–
Натрієві лампи високого тиску	–	75	–	100	–
Лампи розжарювання	–	–	–	–	7

Штучне освітлення може бути двох систем: *загальне та комбіноване*.

Робоче освітлення слід передбачати для всіх приміщень будинків, а також ділянок відкритих просторів, призначених для роботи, проходу людей та руху транспорту.

Для приміщень, які мають зони з різними умовами природного освітлення та різними режимами роботи, повинно передбачатись окреме керування освітленням таких зон.

За необхідності частина світильників робочого або аварійного освітлення може бути використана для чергового освітлення.

Нормовані характеристики освітлення в приміщеннях і зовні будинків може забезпечуватись як світильниками робочого освітлення, так і спільним з ним освітленням світильниками безпеки і (або) евакуаційного освітлення.

Однак згідно зі ДБН В.2.5-28-2006 для освітлення виробничих приміщень слід передбачати газорозрядні лампи низького і високого тиску (люмінесцентні, ДРЛ, металогалогенні, натрієві, ксенонові). У випадку неможливості або при техніко-економічній недо-

цільності застосування газорозрядних джерел допускається використання ламп розжарювання.

На ряді промислових підприємств – у виробництві напівпровідників, радіотехніки, мікроелектроніки та в деяких інших галузях – у зв'язку з необхідністю підтримки постійних умов мікроклімату, високої чистоти повітря чи особливого світлового режиму робота проводиться в умовах тільки штучного освітлення (безліхтарні та безвіконні виробничі приміщення). Робота в таких будівлях приводить до психологічного дискомфорту, тому будівництво таких будівель припустиме лише при строгому технічному обґрунтуванні й дотриманні всіх гігієнічних вимог до приміщень без природного світла.

Раціональне освітлення значною мірою залежить від вибору освітлювального приладу.

**СВІТИЛЬНИКИ** – джерела світла, укладені в арматуру, призначену для правильного розподілу світлового потоку і захисту очей від надмірної яскравості цього джерела світла. Арматура захищає джерело світла від механічних пошкоджень, а також від диму, пилу, кіптяви, вологи, забезпечує кріплення і підключення до джерела живлення.

**За розподілом світлового потоку в просторі** світильники поділяють на такі групи:

- *прямого світла, що від 50 до 90 % усього світлового потоку спрямовують у нижню півсферу;*
- *відбитого світла з випромінюванням у верхню півсферу від 55 до 90 % світлового потоку;*
- *розсіяного світла.*

Такий поділ ґрунтується на відношенні світлового потоку, випромінюваного в нижню сферу, до повного світлового потоку світильника.

Залежно від конструктивного виконання розрізняють світильники:

- *відкриті; закриті; пилонепроникні, пилозахисні (герметичні від пилу);*
- *вологозахисні, які не пропускають вологу; вибухозахисні; вибухонепроникні, підвищеної надійності щодо вибуху.*

За призначенням світильники бувають для загального і місцевого освітлення. Світильники можна вибрати залежно від характеристики оточуючого середовища.

Слід зазначити, що ефективність освітлювальних установок у процесі експлуатації може знизитися, тому необхідний систематичний нагляд за їх станом, своєчасне чищення арматури та скляних поверхонь і ламп від пилу, кіптяви, фарбування устаткування, стін, стелі.

За допомогою відповідного розміщення світильників в об'ємі робочого приміщення створюється **система освітлення**.

Природне і штучне освітлення в приміщеннях регламентується нормами ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» Зміна № 1 2008, №2 2012.

Ці **норми поширюються** на проектування освітлення:

- *територій, приміщень нових та існуючих, що підлягають реконструкції;*
- *будівель і споруд різного призначення, місць виконання робіт на відкритих просторах;*
- *територій промислових та сільськогосподарських підприємств;*
- *площ залізничних колій підприємств;*
- *зовнішнього освітлення міст, поселень та сільських населених пунктів.*

Проектування приладів місцевого освітлення, які постачаються комплектно зі станками, машинами і виробничими меблями, слід також виконувати відповідно до цих норм.

Ці **норми не поширюються** на проектування освітлення:

- *підземних виробок, морських і річкових портів, аеродромів, залізничних станцій та їх колій, спортивних споруд, лікувально-профілактичних закладів, приміщень для зберігання сільськогосподарської продукції, розміщення рослин, тварин, птиці, а також на проектування спеціального технологічного та охоронного освітлення при застосуванні технічних засобів охорони.*

На базі цих норм розробляються галузеві норми освітлення, які враховують специфічні особливості технологічного процесу і будівельних рішень будівель і споруд галузі, які погоджуються і затверджуються відповідно до чинного порядку.

У даному документі визначені **нормативні показники та значення**, а саме:

- **показники освітленості** – наведені в точках її мінімального значення на робочій поверхні в приміщеннях для розрядних джерел світла, крім окремих випадків; для зовнішнього освітлення – для різних джерел світла;

- **значення яскравості** – дорожніх покриттів для різних джерел світла;

- **значення освітленості:**

- ✓ в люксах (лк), що відрізняються на один ступінь, слід сприймати за шкалою: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1 000; 1 250; 1 500; 2 000; 2 500; 3 000; 3 500; 4 000; 4 500; 5 000.

- ✓ в кандела на метр квадратний (кд/м<sup>2</sup>), що відрізняються на один ступінь, слід приймати за шкалою: 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 2; 3; 5; 8; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 50; 75; 100; 125; 150; 200; 400; 500; 750; 1 000; 1 500; 2 000; 2 500.

- **значення коефіцієнта природної освітленості (КПО)** для оцінки природного освітлення прийнята відносна величина – це **коефіцієнт природної освітленості (КПО)**. КПО – відношення природної освітленості  $E_{вн}$ , створюваної в деякій точці заданої площі всередині приміщення світлом неба (безпосереднім чи відбитим), до одночасного значення зовнішньої горизонтальної освітленості  $E_з$ , створюваної світлом повністю відкритого небозводу.

КПО виражається у відсотках і визначається за формулою

$$КПО = \frac{E_{вн}}{E_з} \cdot 100 \%$$

Вимоги для **освітлення приміщень промислових підприємств** слід приймати за табл. 1.4, а саме:

- характеристика зорової роботи;
- найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм;
- розряд та під розряд зорової роботи;
- контраст об'єкта з фоном та характеристика фону;
- штучне освітлення: освітленість, лк – при системі комбінованого освітлення та при системі загального освітлення; сукупність нормованих величин показника осліпленості  $P$  і коефіцієнта пульсації  $Kп$ , %;

- **природне та суміщене освітлення КПО,  $e_n$ , %:** при верхньому або комбінованому освітленні та при боковому освітленні.

**Нормовані показники для основних приміщень громадських, житлових і допоміжних споруд** наведені в додатку К:

- назва приміщень;
- площина ( $\Gamma$  – горизонтальна,  $B$  – вертикальна) нормування освітленості та КПО, висота площини над рівнем підлоги, м;
- розряд і підрозряд зорової роботи;

Таблиця 1.4 – Вимоги для освітлення промислових підприємств

Характеристика зорової роботи (ступінь точності)	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону
Найвища	> 0.15	I	А Б В Г	малий середній великий	темний середній світлий
Дуже висока	від 0.15 до 0.3	II			
Висока	від 0.3 до 0.5	III			
Середня	більше 0.5 до 1.0	IV			
Мала	більше 1.0 до 5	V			
Груба (дуже мала)	більше 5	VI			
Робота з матеріалами, які світяться, і виробами в гарячих цехах	більше 5	VII			
Загальне спостереження за ходом виробничого процесу: – постійне; – періодичне при постійному перебуванні людей в приміщенні; – періодичне при періодичному перебуванні людей в приміщенні		VII			

• **штучне освітлення:** освітленість на робочій поверхні при комбінованому та загальному освітленні, лк; циліндрична освітленість, лк; показник дискомфорту,  $M$  не більше; коефіцієнт пульсації  $K_p$ , % не більше;

• **природне та суміщене освітлення КПО,  $e_n$ , %:** при верхньому або комбінованому освітленні та при боковому освітленні.

Залежно від розряду зорової роботи, який визначається найменшим розміром об'єкта розрізнення, виду освітлення, визначити нормоване значення коефіцієнта природної освітленості  $e_N$  (КПО), %, відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2006, зміна № 2 за таблицями 1, 2 чи додатком К.

Нормовані показники освітлення загальнопромислових приміщень і споруд наведені в додатку И (**Нормовані показники освітлення загальнопромислових приміщень і споруд**), який включає:

- назву приміщень;
- робочу поверхню і площину, на якій нормується освітленість ( $G$  – горизонтальна,  $B$  – вертикальна);
- розряд зорової роботи за таблицею 2;
- нормована освітленість, лк: при загальному та комбінованому освітленні;
- показник осліпленості, не більше;
- коефіцієнт пульсації, %, не більше.

Вимоги до освітлення приміщень житлових, громадських і адміністративно-побутових споруд (КПО, нормована освітленість, циліндрична освітленість, показники дискомфорту і коефіцієнт пульсації освітленості) слід приймати за табл. 1.5 з урахуванням вимог ДБН В.2.5-28-2006 пп. 4.22 і 4.23.

Для визначення умов освітлення виробничого приміщення в Норммах додатково наведено вимоги, а саме:

*Додаток А. Терміни і визначення понять;*

*Додаток Б. Визначення розряду робіт при відстані від об'єкта розрізнення до очей працюючого понад 0,5 м;*

*Додаток В. Визначення еквівалентного розміру протяжних об'єктів розрізнення;*

*Додаток Г. Експлуатаційні групи світильників;*

*Додаток Е. Джерела світла для виробничих приміщень;*

*Додаток Ж. Джерела світла для загального освітлення житлових і громадських будинків;*

*Додаток И. Нормовані показники освітлення загальнопромислових приміщень і споруд;*

*Додаток К. Нормовані показники освітлення основних приміщень громадських, житлових, допоміжних будинків;*

***Додаток Л. Розрахунок природного освітлення:***

*Таблиця Л.1 – Значення коефіцієнта світлового клімату;*

*Таблиця Л.2 – Значення світлової характеристики  $\eta_v$  вікон при боковому освітленні: відношення довжини приміщення  $I_n$  до його глибини  $B$ ; значення світлової характеристики  $\eta_B$  при відношенні глибини приміщення  $B$  до його висоти від рівня умовної робочої поверхні до верха вікна  $h_1$ ;*

*Рисунок Л.1. – Карта світлокліматичного районування території України.*

*Світокліматичні райони:*

*Перший – Львівська, Волинська, Рівненська, Івано-Франківська, Тернопільська, Хмельницька та Житомирська області;*

Таблиця 1.5 – Вимоги до освітлення приміщення

Характеристика зорової роботи (ступінь точності)	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Відносна тривалість зорової роботи в напрямку зору на робочу поверхню
Розрізнення об'єктів при фіксованій та нефіксованій лінії зору				
дуже висока	від 0,15 до 0,30	А	1 2	не менше 70 менше 70
висока	більше 0,3 до 0,5	Б	1 2	не менше 70 менше 70
середня	більше 0,5 до 1,0	В	1 2	не менше 70 менше 70
Огляд оточуючого простору при дуже короткочасному епізодичному розрізненні об'єктів при				
високій насиченості приміщень	незалежно від розміру об'єктів розрізнення	Г		незалежно від тривалості зорової роботи
нормальній насиченості приміщень		Д		
низькій насиченості приміщень		Е		
Загальне орієнтування в просторі інтер'єру при	незалежно від розміру об'єктів розрізнення	Ж		незалежно від тривалості зорової роботи
великому скупченні людей			1	
малому скупченні людей			2	
Загальне орієнтування в зонах пересування при	незалежно від розміру об'єктів розрізнення	З		незалежно від тривалості зорової роботи
великому скупченні людей			1	
малому скупченні людей			2	

*Другий – Закарпатська, Чернівецька, Вінницька, Київська, Чернігівська та Сумська області;*

*Третій – Черкаська, Кіровоградська, Полтавська, Дніпропетровська, Харківська. Донецька та Луганська області;*

*Четверта – Одеська, Миколаївська, Запорізька області та АР Крим.*

*Таблиця Л.3. – Значення світлової активності прямокутних, трапецієподібних та шедових ліхтарів  $\eta_{л}$ .*

Тип ліхтарів: з вертикальним двобічним заскленням (прямокутні, М-подібні); з похилим двобічним заскленням; з вертикальним однобічним заскленням (шеди); з похилим однобічним заскленням (шеди).

Кількість прогонів: один, два, три і більше.

Значення  $\eta_{\text{п}}$ : відношення довжини приміщення  $I_{\text{п}}$  до ширини прогону  $I_1$  від 1 до 2 і від 2 до 4 і більше 4; відношення висоти приміщення  $H$  до ширини прогону  $I_1$ .

Таблиця Л.4 – Значення світлової характеристики  $\eta_{\text{п}}$ , світлових прорізів в площині покриття при верхньому освітленні: схема ліхтарів; відношення площі вихідного отвору  $S_2$  до суми площ вхідного отвору  $S_1$  і бокової поверхні прорізу  $S_6$ ; індекс приміщення  $i$

$$i = \frac{I_{\text{п}} b}{H(I_{\text{п}} + b)},$$

де  $I_{\text{п}}$  – довжина приміщення вздовж осі прогонів;  $b$  – ширина приміщення;  $H$  – висота покрівлі над умовною робочою поверхнею.

Таблиця Л.5 – Значення коефіцієнта  $K_{\text{п}}$ .

Таблиця Л.6 – Значення коефіцієнта  $K_{\text{буд}}$ .

Відношення відстані між будинками  $P$  до висоти  $H_{\text{буд}}$  розташування карнизу протилежного будинку над підвіконням приміщення, що розраховується  $K_{\text{буд}}$ .

Таблиця Л.7 – Значення коефіцієнта  $r_1$ .

Відношення глибини приміщення  $B$  до висоти від рівня умовної робочої поверхні до  $h_1$  верха вікна; відношення відстані  $l$  розрахункової точки від зовнішньої стіни до глибини приміщення  $B$ ; значення  $r_1$ : середньозважений коефіцієнт світловідбивання  $\rho_{\text{сер}}$  стелі, стін та підлоги; відношення довжини приміщення  $I_{\text{п}}$  до його глибини  $B$ .

Таблиця Л.8 – Значення коефіцієнта  $r_2$ .

Відношення висоти приміщення від умовної робочої поверхні до нижньої грані засклення  $H_{\text{п}}$  та до ширини прогону  $I_1$ . Значення коефіцієнта  $r_2$  Середньозважений коефіцієнт світловідбивання  $\rho_{\text{сер}}$  стелі, стін і підлоги Кількість прогонів

Таблиця Л.9 – Значення коефіцієнта  $\tau_1$ .

Вид світлопрозорого матеріалу. Значення  $\tau_1$ .

Таблиця Л.10 – Значення коефіцієнта  $\tau_3$ .

Несучі конструкції покриття. Значення  $\tau_3$ .

Таблиця Л.11 – Значення коефіцієнта  $\tau_4$ .

Порядок проведення розрахунку природного, штучного та суміщеного освітлення буде проведено на лабораторних заняттях і під час складання дипломних проектів (бакалавр, магістр) та при вивченні дисципліни «Охорона праці в галузі».

### **Питання 3.**

**Виробничі віброакустичні коливання та їх вплив на організм людини.**

**Вібрація** – механічні коливання, що виникають у пружних тілах та передаються на тіло людини.

Людина може відчувати вібрацію у діапазоні частот від частки герця до 8000 Гц. Вібрація з ще вищою частотою сприймається як теплове відчуття. При підвищенні частоти коливань понад 16 Гц вібрація супроводжується появою шуму.

Основними характеристиками гігієнічної оцінки вібрації є **середньогометричні частоти  $f$** , Гц, у третиннооктавних та октавних смугах і відповідні їм **середньоквадратичні значення віброприскорення  $a$** , м/с<sup>2</sup>, або **віброшвидкості  $V$** , м/с, а також їх логарифмічні рівні:

$$a^2 = \frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt; \quad V^2 = \frac{1}{T} \int_0^T V^2(t) dt.$$

Логарифмічні рівні віброприскорення  $L_a$ , дБ, і віброшвидкості  $L_V$ , дБ, визначають за такими формулами:

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{a_0},$$

де  $a$  – середньоквадратичне значення віброприскорення, м/с<sup>2</sup>;  
 $a_0$  – опорне значення віброприскорення, що дорівнює  $10^{-6}$  м/с<sup>2</sup>;

$$L_V = 20 \lg \frac{V}{V_0},$$

де  $V$  – середньоквадратичне значення віброшвидкості, м/с;  
 $V_0$  – опорне значення віброшвидкості, що дорівнює  $5 \cdot 10^{-8}$  м/с.

При оцінюванні вібраційного навантаження на оператора кращим параметром є віброприскорення.

*Шкідливі наслідки вібрації зростають зі збільшенням швидкості машин та механізмів, оскільки енергія коливального процесу зростає пропорційно квадрату частоти коливань (або частоти обертання вала машини).*

**За способом передавання на людину** розрізняють загальну та локальну вібрації.

*Загальна вібрація* передається через опорні поверхні (ступні ног або сидниці) на тіло сидячої або стоячої людини.

*Локальна вібрація* передається через руки людини.

Організм людини є особливо чутливим до вертикальних струсів, коли людина стоїть і коливання поширюються від ніг до голови.

**За напрямком дії вібрація** поділяється відповідно до напрямків осей ортогональної системи координат (рис. 1.8).

*Залежно від тривалості, інтенсивності дії, частоти, а також умов праці* вібрація спричиняє стійкі патологічні зміни в нервовій системі (порушення процесів збудження та гальмування), опорно-руховому апараті (деформація суглобів, втрата сили м'язів) та кровоносної системи (звуження або розширення периферійних судин).

*Особливо небезпечними для людини є коливання з частотою 4–8 Гц, що збігаються з власною частотою коливань ряду внутрішніх органів, які пружно закріплені на скелеті (серце, печінка, нирки та ін.), і близько 30 Гц (частота власних коливань тіла людини).*

*Найбільш шкідливим для людини є одночасний вплив вібрації, шуму та низької температури, а оскільки у виробничих умовах шум та вібрація є супутниками один одного, то їх спільний вплив може призвести до професійного захворювання – віброшумової хвороби. Ця хвороба тяжко піддається лікуванню і може стати причиною інвалідності. Особливо небезпечною дана хвороба є для жінок через ризик втрати репродуктивної функції.*

Гігієнічне нормування вібрації проводять згідно з ДСН 3.3.039-99 окремо для загальної та локальної вібрацій.

**Нормований діапазон частот** встановлюється:

- для локальної вібрації у вигляді октавних смуг з середньгеометричними частотами 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц;
- для загальної вібрації – октавних та 1/3-октавних смуг з середньгеометричними частотами 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; ...; 50; 63; 80 Гц.

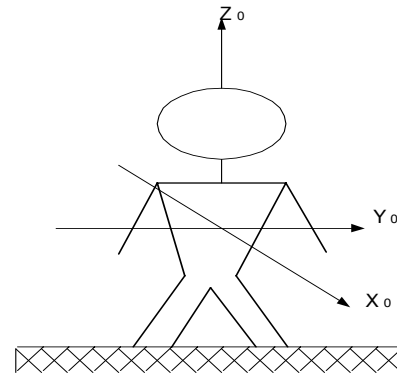


Рисунок 1.8 – Напрямки координатних осей для загальної вібрації

**Нормованими параметрами вібраційного навантаження на оператора на робочих місцях у процесі праці є:**

**а) одночислові параметри:**

– коректоване за частотою значення контрольованого параметра  $\tilde{U}$  або його логарифмічний рівень  $L_{\tilde{U}}$ :

$$\tilde{U} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (U_i \cdot \kappa_i)^2},$$

де  $U_i$  та  $L_{U_i}$  – середньоквадратичне значення контрольованого параметра вібрації (віброшвидкість або віброприскорення) та його логарифмічний рівень в  $i$ -й частотній смузі;  $\kappa_i$  та  $L_{\kappa_i}$  – вагові коефіцієнти для  $i$ -ї частотної смуги для середньоквадратичного значення контрольованого параметра або його логарифмічного рівня;

– доза вібрації:

$$D = \int_0^T \tilde{U}^m(t) dt,$$

де  $\tilde{U}(t)$  – коректоване за частотою значення контрольованого параметра у момент часу  $t$ ,  $m/c^2$  або  $m/c$ ;  $T$  – час дії вібрації,  $s$ ;  $m$  – показник еквівалентності фізіологічного впливу вібрації;

– еквівалентне коректоване значення:

$$U_{\text{екв}} = \sqrt[m]{\frac{D}{T}};$$

**б) спектр вібрації.**

Норма вібраційного навантаження на оператора встановлюється для кожного напрямку дії вібрації тривалістю 8 годин.

Для забезпечення вібраційної безпеки праці запроваджені такі критерії оцінки несприятливого впливу вібрації:

- **критерій «безпека»**, який забезпечує непорушність здоров'я оператора, а також виключає можливість виникнення травмо-небезпечних або аварійних ситуацій внаслідок впливу вібрації. Застосовується для транспортної вібрації;

- **критерій «зниження продуктивності праці»**, що забезпечує підтримку нормативної продуктивності праці оператора, яка не зменшується внаслідок розвитку втоми під впливом вібрації. Застосовується для транспортно-технологічної та технологічної вібрації;

- **критерій «комфорт»**, який забезпечує оператору почуття комфортності умов праці при повній відсутності впливу вібрації,

яка заважає. **Застосовується** для вібрації на робочих місцях працівників розумової праці та персоналу, що не займається фізичною працею.

**Засоби захисту від вібрації** поділяються на *колективні* та *індивідуальні*. Засоби колективного захисту, в свою чергу, бувають:

- ті, що впливають на джерело збудження;
- засоби захисту від вібрації на шляхах її поширення.

До першої групи належать такі засоби захисту: *динамічне зрівноважування; антифазна синхронізація, змінювання характеру збуджуючих впливів; зміна конструктивних елементів джерела збудження; зміна частоти коливань.*

Вони використовуються, як правило, на етапі проектування або виготовлення машини.

Засоби захисту від вібрації на шляхах її поширення (рис. 1.9) можуть бути закладені у проекти машин та виробничих дільниць, а можуть бути застосовані на етапі їх експлуатації.

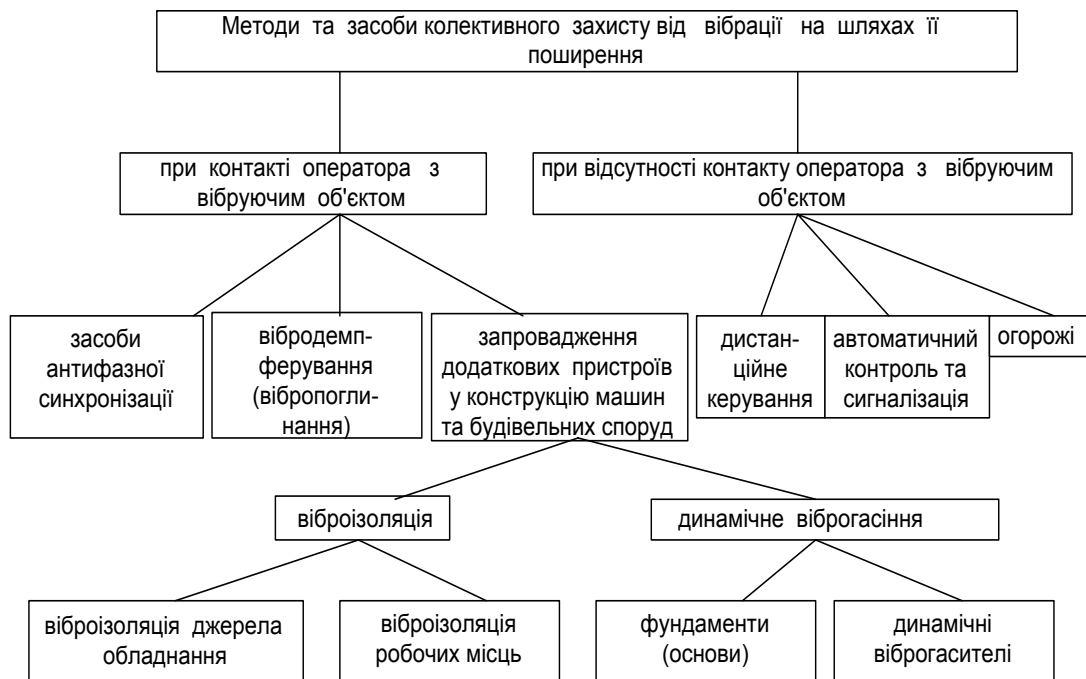


Рисунок 1.9 – Класифікація методів та засобів захисту від вібрації

**Вібродемпфірування.** Це процес зменшення вібрацій об'єкта, що захищається, шляхом перетворення енергії механічних коливань даної коливальної системи у теплову енергію.

**Збільшення втрат** енергії у системі може викликатись:

- використанням конструктивних матеріалів з великим внутрішнім тертям;
- нанесенням на віброуючі поверхні шару пружнов'язких матеріалів, що мають великі втрати на внутрішнє тертя;
- застосуванням поверхневого тертя (при коливаннях згину двох пластин, які скріплені та щільно прилягають одна до одної);
- переведенням механічної коливальної енергії в енергію струмів Фуко або електромагнітного поля.

**Віброізоляція.** Цей спосіб захисту полягає у зменшенні передачі коливань від джерела збудження захищуваного об'єкта за допомогою пристроїв, що розташовуються між ними. Віброізоляція здійснюється введенням до коливальної системи додаткового пружного зв'язку, який перешкоджає передаванню вібрацій від машини – джерела коливань – до основи або суміжних елементів конструкції. Цей пружний зв'язок може також використовуватися для послаблення передавання вібрації від основи на людину або на захисту важливого агрегату. Ефективність віброізоляції визначають **коефіцієнтом передачі КП**, який має фізичний зміст відношення амплітуди вібропереміщення, віброшвидкості, віброприскорення захищуваного об'єкта або діючої на нього сили до такої самої амплітуди джерела збудження при гармонічній вібрації, наприклад:

$$КП = \frac{F_k}{F_m},$$

де  $F_k$  – змушуюча сила;  $F_m$  – збурююча сила.

**Динамічне віброгасіння** найчастіше проводиться шляхом установаження агрегатів на фундаменти або обладнанням динамічних віброгасителів.

Серед динамічних віброгасителів найбільше поширення у машинобудуванні набули ті, що зменшують рівень вібрації захищуваного об'єкта за рахунок дії на нього реакції віброгасителя. Динамічні віброгасителі являють собою додаткову коливальну систему, власна частота якої настроєна на основну частоту коливань агрегату.

До **засобів індивідуального захисту** від вібрації відносять засоби захисту рук: рукавиці, рукавички, а також віброзахисні прокладки або пластини, які кріпляться до рук. При праці в умовах загальної вібрації використовується спецвзуття на товстій підошві.

З метою **профілактики віброшумового** захворювання для працюючих з обладнанням, що вібрує, рекомендується спеціальний

режим праці (обмеження часу контакту з віброінструментом, додаткові перерви тощо).

#### **Питання 4.**

#### **Вентиляція та кондиціонування повітря у виробничих приміщеннях.**

Вентиляція є одним з найважливіших санітарно-гігієнічних заходів, що забезпечують нормалізацію повітряного середовища у приміщенні. Ефективна робота систем вентиляції сприяє також вирішенню проблеми захисту повітряного басейну.

Відповідно до ДБН В.2.5-67-2013 (*Державні будівельні норми. Опалення, вентиляція та кондиціонування*) у всіх виробничих приміщеннях має бути передбачена система вентиляції, яка повинна забезпечувати нормальні санітарно-гігієнічні норми для працюючого персоналу та підвищувати ефективність праці, а також збереження здоров'я людей.

При розробленні цих Норм враховано положення Кіотського протоколу до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату, а також опрацьовано європейські стандарти та Постанови з економії енергії.

**Вентиляція** – це організований, тобто такий, що розраховується й регулюється, повітрообмін у приміщеннях (житлових, промислових і громадських будівлях).

**Неорганізоване** надходження і видалення повітря відбувається через щілини і пори зовнішніх огорож (інфільтрація), через вікна, квартирки, отвори (провітрювання).

**Завдання вентиляції** – забезпечення чистоти повітряного середовища і передбачених нормами параметрів мікроклімату.

Питання з визначення кількості повітря, що подається у приміщення, вибору місця і способів його подачі й видалення, аби рішення було найбільш простим і економічним, становлять **основний зміст вентиляції як науки**, що спирається на загальну аеродинаміку.

**Аеродинамічна сутність вентиляції** полягає у розв'язанні **внутрішньої** (протікання повітря по трубах і каналах) і **зовнішньої** (вивчення закономірностей поширення вільних струменів у приміщенні й спектрів усмоктування, а також обтікання вітром будинку) **задач**.

Вентиляція досягається шляхом видалення забрудненого чи нагрітого повітря з приміщення й подачею в нього свіжого повітря.

За функціональним призначенням вентиляція буває робоча та аварійна (при виробничих неполадках та аваріях).

За способом переміщення повітря – природна.

Природну витяжну вентиляцію для житлових, громадських, адміністративних та побутових приміщень треба розраховувати як різницю густини зовнішнього повітря з температурою 5 °С та внутрішнього повітря з температурою для холодного періоду року згідно з визначеними нормами.

Надходження зовнішнього повітря у приміщення слід передбачати через спеціальні припливні пристрої у зовнішніх стінах або у вікнах.

Для квартир і приміщень, в яких за температури зовнішнього повітря 5 °С не забезпечується видалення нормованих витрат повітря, необхідно передбачати механічну витяжну вентиляцію, **з механічним спонуканням.**

Вентиляцію з **механічним спонуканням** (далі – механічна вентиляція) необхідно передбачати:

- якщо метеорологічні умови та чистота повітря не можуть бути забезпечені вентиляцією з природним спонуканням (далі – природна вентиляція);
- для приміщень та зон без природного провітрювання, **змішана.**

Допускається проектувати змішану вентиляцію з частковим застосуванням систем природної вентиляції (ежекційну систему вентиляції і використання дефлекторів як систем природної і комбінованої вентиляції) для подачі або видалення повітря.

За місцем дії (охопленням приміщення): загальнообмінна; місцева; комбінована; аварійна.

**Загальнообмінна вентиляція** застосовується тоді, коли шкідливі речовини та тепло розподіляються по усьому приміщенню рівномірно. Її дія ґрунтується на розведенні забрудненого або підігрітого повітря свіжим повітрям до гранично допустимих концентрацій чи температур. Вона може бути виконана у вигляді припливної, витяжної та припливно-витяжної.

**Місцева вентиляція** буває припливною та витяжною.

**Місцева припливна вентиляція** служить для подачі повітря на визначені робочі місця. Найбільш поширені види місцевої вентиляції: *повітряне душування, повітряно-теплова завіса біля воріт, повітряні оазиси.*

**Повітряні душі** – спрямований зі швидкістю 1–3,5 м/с потік повітря на робочі місця в гарячих цехах. Його дія сприяє збільшенню віддачі тепла організмом людини шляхом конвекції і випаровування.

**Повітряно-теплова завіса** біля воріт служить для запобігання надходженню холодного зовнішнього повітря у виробниче приміщення. Її робота основана на подаванні підігрітого повітря до воріт з невеликими швидкостями крізь щілиноподібні повітроводи (частіше по висоті воріт). Це забезпечує захист людей від охолодження.

**Повітряні оазиси** призначені для забезпечення необхідних метеорологічних умов на обмеженій площі приміщення, яка відділяється з усіх боків легкими пересувними перегородками і заповнюється повітрям з певними параметрами.

**Місцева витяжна вентиляція** застосовується в тому випадку, якщо шкідливі речовини можна уловити безпосередньо в місцях їх утворення, не допускаючи їх поширення по приміщенню.

**Комбінована вентиляція** – це поєднання місцевої та загальнообмінної. Такий вид вентиляції знайшов найбільше поширення у виробничих приміщеннях.

**Аварійна вентиляція** – це спеціальна система витяжної вентиляції, яка призначена для швидкого видалення небезпечної речовини, що проникає у приміщення з апаратів при виробничих неполадках та аваріях.

## Т е м а 5

### **БЕЗПЕКА ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ТА УСТАТКУВАННЯ. ОСНОВИ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ ТА ПОЖЕЖНОЇ ПРОФІЛАКТИКИ**

1. Організаційні заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.
2. Основи електробезпеки та захист працівників.
3. Основні показники пожежо- і вибухонебезпеки властивостей речовин і матеріалів на виробничих об'єктах.
4. Категорії виробництв та приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

5. Система попередження пожеж. протипожежний захист. Способи припинення горіння.

6. Система попередження пожеж. протипожежний захист. Способи припинення горіння.

### **Питання 1.**

**Організаційні заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.**

Техніка безпеки вивчає загальні та спеціальні питання, що стосуються безпеки праці і які відображені в правилах безпеки. Всі роботи з монтажу, демонтажу, ремонту та експлуатації складного технологічного устаткування, будівельно-монтажні роботи виконуються за проектами проведення робіт, що містять розділ з техніки безпеки, і за типовими інструкціями з охорони праці.

На основі типових інструкцій підприємства, враховуючи місцеві особливості, розробляють інструкції з охорони праці, які погоджують у встановленому порядку.

Виконання робіт з підвищеною небезпекою обов'язково включає розробку організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки трудового процесу.

**Підвищені вимоги** з техніки безпеки ставляться як до деяких видів робіт, так і до окремих професій робітників, наприклад:

- *газо- і електрозварники;*
- *монтажники;*
- *слюсарі з монтажу технологічного устаткування і зв'язаних з ним конструкцій;*
- *такелажники, стропальники, сигнальники на монтажі;*
- *трубоукладачі;*
- *машиністи кранів, механізмів і будівельно-дорожніх машин;*
- *працівники, що використовують у процесі роботи радіоактивні речовини або етилований бензин;*
- *водії автомобільного транспорту і робітники залізничного транспорту;*
- *працівники, що займаються обслуговуванням і ремонтом електроустановок, а також експлуатацією й ремонтом механічного і електрифікованого інструменту.*

Як показала практика останніх років, слабким місцем в управлінні технічною безпекою на виробництві є саме організаційна сторона взаємодії людини з об'єктом праці.

**Для безпечного проведення робіт** необхідно виконувати такі організаційні заходи:

– *призначити працівників, відповідальних за безпечне проведення робіт;*

– *видати наряд чи розпорядження;*

– *видати дозвіл на підготовку робочих місць;*

– *підготувати робочі місця;*

– *здійснити допуск до робіт;*

– *організувати нагляд при виконанні роботи;*

– *організувати перехід на інше робоче місце;*

– *оформити перерви в роботі та її закінчення.*

При цьому **відповідальними за безпечне проведення робіт є:**

– *працівник, що видає наряд чи розпорядження; дає дозвіл на підготовку робочого місця і на допуск; підготовляє робоче місце; допускає до роботи;*

– *керівник робіт;*

– *виконавець робіт;*

– *працівник, що здійснює нагляд за безпечним виконанням робіт;*

– *член бригади.*

Керівник робіт призначається у випадку виконання робіт за нарядом.

Необхідність призначення керівника робіт, що виконуються за розпорядженням, визначає той працівник, який віддає розпорядження.

У кожної з відповідальних осіб є чітко сформульовані обов'язки. Так, **керівник робіт відповідає за:**

- призначення виконавця робіт з числа осіб, які затверджені списками;

- кількісний склад бригади, який обумовлюється необхідністю забезпечення нагляду за бригадою з боку виконавця робіт (наглядаючого);

- достатність кваліфікації працівників, включених до складу бригади;

- чіткість і повноту інструктажу виконавцю робіт (наглядачеві) і членам бригади;

- виконання заходів безпеки, передбачених нарядом чи розпорядженням, та за їх достатність;

- наявність і придатність до застосування засобів захисту, інструменту, інвентарю, приладів, необхідних для проведення робіт;

- щоденний огляд лісів перед допуском бригади до роботи;
- організацію і безпечно виконання робіт та дотримання вимог Правил з безпеки робіт.

Керівник робіт разом з виконавцем робіт повинен приймати робоче місце від допускаючого і перевіряти виконання заходів безпеки, зазначених у наряді. Крім того, він має здійснювати періодичний контроль за роботою бригад щодо дотримання вимог правил безпеки і зобов'язаний усунути від роботи членів бригад, що порушують правила, а також тих, хто перебуває в стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння.

Керівник газонебезпечних робіт повинен здійснювати безпосереднє керівництво роботою з наступною перевіркою герметичності ділянки, що ремонтується.

*Керівниками робіт за нарядом призначають* керівників і фахівців структурних підрозділів і підрядних організацій, що мають для цього достатню кваліфікацію.

**Виконавець робіт відповідає за:**

– виконання заходів безпеки, передбачених нарядом чи розпорядженням, і за їхню достатність;

– дотримання ним самим і членами бригади вимог інструкцій з охорони праці й виконання заходів безпеки, визначених нарядом, проектами проведення робіт, технологічними процесами і технічними умовами;

– чіткість і повноту інструктажу та вказівок, що він дає членам бригади безпосередньо на робочому місці;

– наявність, придатність і правильність застосування засобів захисту інструменту, інвентарю та приладів у процесі проведення робіт;

– стан збереження встановлених на робочому місці огорож, знаків безпеки, замикаючих пристроїв протягом робочої зміни.

*Виконавцями робіт за нарядами і розпорядженнями призначають* працівників підрозділів підприємства та підрядних організацій, що мають кваліфікацію не нижче IV розряду. При ремонті допоміжного устаткування допускається призначення виконавцями робіт працівників, що мають III розряд.

Черговий чи працівник зі складу оперативно-виробничих працівників, що підготовляє робоче місце, відповідає за правильне і точне виконання зазначених у наряді (розпорядженні) заходів для підготовки робочого місця.

**Допускаючий відповідає** за такі заходи:

– правильність підготовки робочих місць, повноту вжитих заходів безпеки, необхідних для проведення робіт, і їх відповідність характеру і місцеві роботи;

– правильність допуску до роботи і повноту інструктажу керівника та виконавця робіт (наглядаючого).

Іноді при виконанні ряду робіт у безпосередній близькості від діючого устаткування, наприклад, будівельниками, різноробочими, такелажниками та іншими працівниками, призначаються спостережники, що мають право бути виконавцями робіт.

**Спостережники відповідають** за:

- захист членів бригади від впливу на них виробничих факторів з боку діючого технологічного устаткування (стежить, щоб працівники не наближалися на небезпечну відстань до працюючого устаткування і комунікацій, забезпечує безпечні умови для проходження оперативних працівників до робочого місця тощо);

- відповідність підготовленого робочого місця вимогам, зазначеним у наряді;

- наявність і збереженість встановлених на робочому місці огорож, захисних засобів, плакатів і попереджувальних знаків безпеки.

Відповідальним за безпеку технології проведення робіт працівниками при виконанні ними цих робіт є виконавець робіт, що повинен постійно знаходитися на робочому місці.

**Члени бригади відповідають** за:

– виконання ними вимог інструкцій з охорони праці і заходів безпеки, отриманих при інструктажі перед допуском до роботи та під час її проведення;

– застосування засобів захисту, спецодягу і справність використовуваних інструменту та приладів.

**Порядок оформлення робіт з підвищеною небезпекою**

Роботи на устаткуванні підвищеної небезпеки слід проводити за допусками чи розпорядженнями відповідно до «Форми наряду-допуску». Наряд на виконання газонебезпечних робіт у газовому господарстві видається відповідно до вимог Правил безпеки систем газопостачання України.

Залежно від обсягу ремонтних робіт та організації їх проведення **бланк наряду може бути оформлений у вигляді:**

– наряду на виконання якої-небудь конкретної роботи на одному робочому місці чи на послідовне виконання однотипних робіт

на декількох робочих місцях однієї схеми приєднання тепломеханічного устаткування;

– загального наряду на виконання роботи в цілому на агрегаті, на декількох робочих місцях чи ділянках і т. д.;

– проміжного наряду на виконання робіт на окремих вузлах агрегату та його допоміжному устаткуванні, на окремих робочих місцях, дільницях. Проміжний наряд видається тільки за наявності загального наряду.

Видається наряд на час дії заявки на ремонт устаткування і дозволяється його подовження тільки один раз.

З урахуванням місцевих умов до переліку робіт, виконуваних за нарядом, можуть вноситися додаткові роботи, затверджені головним інженером підприємства.

*Наряд видає керівник цеху (дільниці), у веденні якого знаходиться устаткування і який включений у список працівників, що мають право видачі наряду.*

За розпорядженням виконуються роботи, що не вимагають проведення технічних заходів щодо підготовки робочих місць, у тому числі й роботи, які можна виконувати одноосібно.

Перелік робіт, виконуваних одноосібно за розпорядженням, повинен визначатися, виходячи з місцевих умов, і цей перелік має затверджувати керівник підприємства.

Розпорядження носить разовий характер, термін його дії визначається тривалістю робочого дня (зміни) виконавців.

Облік і реєстрацію робіт за нарядом і розпорядженням слід проводити в спеціальному журналі, «Форма журналу обліку і реєстрації робіт за нарядами та розпорядженнями».

Сторінки цього журналу нумерують, крім того, журнал має бути прошнурований і скріплений печаткою. Термін зберігання журналу після останнього запису становить 6 місяців.

### ***Організація проведення робіт з підвищеною небезпекою***

Наряд на роботу виписують у *двох*, а при передачі по телефону, радіо – у *трьох* екземплярах. В останньому випадку працівник, що видає наряд, виписує один екземпляр, а працівник, що приймає текст наряду у вигляді телефоно- чи радіограми, заповнює два екземпляри і після зворотної перевірки зазначає на місці підпису працівника, що видав наряд, його прізвище й ініціали, підтверджуючи правильність запису своїм підписом.

В обох екземплярах наряду записи виконують чорнилом, кульковою ручкою тощо; вони мають бути чіткими і розбірливими, без виправлень і перекреслювання написаного тексту.

При проведенні вогневих робіт на вибухонебезпечному устаткуванні заходи пожежної безпеки, зазначені в наряді, повинен погоджувати і візувати (підписувати) у цій же графі наряду відповідальний працівник пожежної безпеки.

Працівник, що видає наряд, зазначає в рядку «Особливі умови» наряду **додаткові заходи безпеки**, а саме:

- про неприпустимість застосування відкритого вогню;
- про проведення деяких операцій тільки під безпосереднім наглядом керівника робіт;
- про улаштування спеціальних огорож;
- про умови безпечного проведення спільних робіт, виконуваних за нарядами і розпорядженнями;
- про необхідність використання бригадою засобів загального й індивідуального захисту;
- про порядок застосування вантажопідйомних й інших механізмів;
- про послідовність проведення окремих операцій тощо.

Підготовка робочого місця і допуск бригади до роботи полягає в перевірці повноти виконання необхідних заходів щодо підготовки робочих місць, зазначених у наряді. Допуск необхідно проводити після перевірки робочого місця.

*Допускаючий* має провести *інструктаж*: зазначити межі робочого місця і підходи до нього; показати, яке найближче до робочого місця устаткування залишається під тиском, під дією високої температури, вибухонебезпечне тощо.

Перевірку підготовки робочих місць і допуск до роботи за нарядом необхідно оформляти підписами допускаючого, керівника робіт і виконавця робіт у відповідних рядках наряду.

Перевірку посвідчень членів бригади, інструктаж і допуск до роботи повинен проводити керівник робіт. Якщо виявиться, що у когось з працівників термін чергової перевірки знань правил безпеки минув, цих працівників слід вивести зі складу бригади.

Виконавець робіт здійснює допуск до роботи та інструктаж кожного члена бригади безпосередньо на його робочому місці.

З моменту допуску бригади до роботи і під час проведення робіт з метою контролю за дотриманням правил безпеки виконавець

робіт здійснює нагляд. Виконавець робіт повинен увесь час знаходитися на місці проведення робіт. Навіть короткочасне залишення членами бригади місця проведення робіт допускається тільки з дозволу виконавця робіт, який до повернення осіб, що відійшли, чи до встановлення місця, де вони знаходяться, і попередження їх не має права йти разом з бригадою з місця роботи. Керівник робіт, оперативні працівники зобов'язані періодично, але не рідше двох разів у робочу зміну перевіряти, як члени бригади виконують вимоги правил безпеки.

Зміни в складі бригади слід оформляти в обох екземплярах наряду. Оформлення перерв у роботі, її закінчення – строго формалізоване.

*При перервах* у роботі протягом робочого дня (на обід, за умовами проведення робіт) бригаду необхідно вивести з робочого місця, а наряд залишити у виконавця робіт.

Жоден із членів бригади не має права *після закінчення перерви* ставати до роботи самостійно. Після закінчення перерви виконавець робіт зобов'язаний повторно перевірити підготовку робочого місця і провести допуск бригади без оформлення в наряді.

*Пробне введення в дію устаткування* до повного закінчення ремонту дозволяється здійснювати тільки після виведення бригади з місця роботи, повернення керівником робіт наряду відповідальному працівникові зі складу оперативних працівників цеху з оформленням у таблиці щоденного закінчення роботи і зняття тимчасових огорож, замикаючих пристроїв і знаків безпеки.

**По закінченню робочого дня** місце роботи треба прибрати, а знаки безпеки, огорожі та замикаючі пристрої необхідно залишити на місці.

Щоденний допуск до роботи повинні оформляти в таблиці наряду власними підписами допускаючий і виконавець робіт.

**Після повного закінчення роботи** і прибирання робочого місця виконавець робіт зобов'язаний вивести бригаду з робочого місця, поставити свій підпис в наряді і здати його керівникові робіт.

Керівник робіт, приймаючи робоче місце від виконавця робіт після остаточного завершення роботи, має перевірити обсяг і якість її виконання, відсутність сторонніх предметів, належну чистоту робочих місць і після цього поставити свій підпис у рядку наряду «Робота цілком закінчена», зазначивши дату й час.

Устаткування дозволяється вводити в дію тільки після підпису керівника робіт у рядку наряду про повне закінчення роботи і за-

криття наряду відповідальним працівником зі складу оперативних працівників, а також після зняття тимчасових огорож, знаків безпеки, замикаючих пристроїв і відновлення на місці постійних огорож.

Наряди, роботи за якими повністю закінчені, слід зберігати протягом 30-ти діб, а наряди на проведення газонебезпечних робіт – протягом одного року з дня їх закриття.

## ***Питання 2.***

### **Основи електробезпеки та захист працівників.**

Порівняно з іншими небезпеками, електричний струм відрізняється тим, що людина не може його виявити заздалегідь за допомогою органів чуття (аналізаторів).

Початок практичного використання електричного струму пов'язаний з відкриттям у 1802 році російським фізиком В. Петровим (1761–1834) електричної дуги.

Вже у 1862 році з'явилися перші повідомлення про враження людини електричним струмом. В даний час електрострум не тільки добрий помічник людині, а й причина пожеж, вибухів та інших надзвичайних ситуацій. Щорічно в світі від електроструму гине приблизно до 25 тисяч і більше осіб.

Кількість електротравм на виробництві порівняно невелика (2-3 %) від загальної кількості виробничих травм. Однак з детальним результатом вони становлять 12–15 % від загальної кількості смертельних травм.

Статистика показує, що електротравматизм знаходиться в безпосередній залежності від рівня організації експлуатації електрогосподарства підприємства.

***Електротравми*** відбуваються з таких причин:

- ***організаційні*** (порушення вимог правил та інструкцій, недоліки в навчанні персоналу);
- ***технічні*** (погіршення електричної ізоляції, відсутність огорожень, сигналізації та блокування, дефекти монтажу та ін);
- ***психофізіологічні*** (перевтома, невідповідність психофізіологічних показань даної професії та ін.)

***Види травм***, пов'язаних з дією електричної енергії на людину, можуть бути різні за тяжкістю і залежать від ряду факторів, у тому числі від:

- *фізичного стану живого організму;*
- *емоційного та фізичного напруження;*

- *роду і частоти електричного струму;*
- *шляху протікання електричного струму;*
- *схеми включення тіла людини в електромережу.*

Проходячи через організм людини, електричний струм чинить *термічну, електролітичну і біологічну дію* в організмі.

**Біологічна дія** струму на тіло людини проявляється подразненням і порушенням живих тканин, що супроводжується мимовільним судомним скороченням м'язів легенів і серця. Це відповідні реакції організму, які обумовлені порушенням біоелектричних процесів, що протікають в організмі людини. Подразнюючу дію струму на тканини організму може бути прямим або непрямим. Пряма дія обумовлена проходженням струму безпосередньо через тканини, які відчувають подразнення. Непряма або рефлекторна дія проявляється в порушенні тканин, по яких струм не протікає.

Загроза враження електричним струмом зростає із збільшенням тривалості його впливу на людину. Опір тіла людини протіканню електричного струму вже через 30 секунд зменшується приблизно на 25 %, а через 90 секунд – на 70 %.

**Ураження людини електричним струмом** буває двох видів:

- **електротравми**, які можуть бути у вигляді місцевого пошкодження тканин людини, опіків шкіри, механічних пошкоджень, засліпленні електродуги (електроофтальмія), опіку електродуги (температура більш 3500 °С). Можливі переломи кісток через сильне скорочення м'язів під дією електричного струму. У місцях впливу електричного струму залишаються характерні плями на шкірі жовтого або сірого кольору;

- **електроудари**, які виникають при проходженні електричного струму через тіло людини. При цьому змінюється склад крові, можливі розриви м'язів і нервів, що призводять до паралічів.

**За тяжкістю** електроудари поділяються на чотири ступені:

*1-й ступінь – спазматичне скорочення м'язів без утрати свідомості;*

*2-й ступінь – спазматичне скорочення м'язів зі втратою свідомості;*

*3-й ступінь – втрата свідомості з порушенням серцевої діяльності;*

*4-й ступінь – клінічна смерть (відсутнє дихання і серцева діяльність).*

Приблизний розподіл нещасних випадків від електричного струму в промисловості за зазначеними видами травм такий: 20 % – місцеві електротравми; 25 % – електричні удари; 55 % – змішані травми, тобто одночасно місцеві електротравми й удари.

Травми обох видів часто супроводжують одна одну. Але вони різні і мають розглядатися окремо.

*Характерні місцеві електротравми – це електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, механічні пошкодження та електроофтальмія.*

**Електричний опік** – найбільш поширена електротравма. Залежно від умов виникнення розрізняють *два основних види опіків*:

- *струмовий* (або контактний), який виникає в електроустановках з відносно невеликою напругою – не вище 2 кВ, при проходженні струму безпосередньо крізь тіло людини внаслідок контакту зі струмопровідною частиною;

- *дуговий* – при більш високій напрузі, як правило, утворюється електрична дуга або іскра, яка й спричиняє виникнення опіку.

Розрізняють *чотири ступені опіків*:

*I – почервоніння шкіри; II – утворення пухирів; III – відмирання усієї товщі шкіри; IV – обвуглювання тканини.*

Зазвичай тяжкість пошкодження організму при опіках визначається не ступенем опіку, а площею поверхні тіла, ураженою опіками.

**Електричні знаки**, які називаються ще позначками струму, це плями сірого або блідо-жовтого кольору у вигляді подряпин, невеликих ран, бородавок, мозолей на поверхні шкіри в місцях контакту зі струмопровідними частинами. Найчастіше знаки мають круглу або овальну форму і діаметр 1–5 мм із заглибленням у центрі. Електричні знаки, як правило, є безболісними і з часом зникають.

**Електрометалізація шкіри** – проникнення у верхні шари шкіри дрібних частинок металу, що розплавилася під дією електричної дуги. Уражена частина шкіри має жорстку поверхню, колір якої визначається кольором сполуки металу, який потрапив у шкіру. Електрометалізація шкіри не становить небезпеки і з часом зникає, як і електричні знаки.

**Електроофтальмія** – запалення зовнішньої оболонки ока, роговиці та кон'юнктиви (слизової оболонки, яка покриває очне яблуко), що виникає у разі дії потужного потоку ультрафіолетових променів, які енергійно поглинаються клітинами організму і викликають у них фізичні зміни. Таке можливе при появі електричної

дуги – джерела інтенсивного випромінювання не тільки видимого світла, а й ультрафіолетових та інфрачервоних променів. Зазвичай хвороба триває кілька днів. У разі ураження рогової оболонки лікування є складнішим і довготривалішим.

**Клінічна смерть** – короточасний перехідний стан від життя до смерті, який настає з моменту припинення діяльності серця та легенів.

У людини, яка перебуває у стадії клінічної смерті, відсутні усі ознаки життя: вона не дихає, серце не працює, больові подразнення не викликають ніякої реакції, зіниці ока дуже розширені й не реагують на світло.

Тривалість клінічної смерті визначається з моменту припинення серцевої діяльності та дихання до початку загибелі клітин кори головного мозку, у більшості випадків вона триває 4–6 хвилин.

При загибелі здорової людини від випадкової причини, наприклад, від електричного струму, тривалість клінічної смерті може становити 7–8 хвилин, а в разі смерті людини через тяжку хворобу серця, легень тощо лише кілька секунд. Проте якщо в цей період надати постраждалому допомогу, тобто штучним диханням забезпечити збагачення його крові киснем, а непрямим масажем серця налагодити в організмі штучний кровообіг і тим самим забезпечити клітини організму киснем, то розвиток смерті можна буде припинити, а життя повернути.

**Біологічна, або істинна, смерть** – необоротне явище, яке характеризується зупинкою біологічних процесів у клітинах та тканинах і розпадом білкових структур. Вона починається після закінчення періоду клінічної смерті.

Фактори, які впливають на характер та наслідки ураження електричним струмом, надзвичайно різноманітні. Їх можна поділити на **три групи**:

- *фактори електричного характеру* (напруга і струм, який проходить крізь людину, вид і частота струму, опір тіла людини електричному струму);
- *фактори неелектричного характеру* (особливі властивості людини, фактор уваги, тривалість дії струму, шлях струму крізь людину);
- *фактори навколишнього середовища*.

**Фактори електричного характеру.** Струм, який проходить крізь людину, є головним ушкоджуючим фактором при електроударі. Різний за рівнем струм впливає по-різному на людину.

Людина *починає відчувати* дію малого струму, який проходить крізь неї:  $0,6-1,5$  мА при змінному струмі, частота якого 50 Гц;  $5-7$  мА при постійному струмі.

При збільшенні струму понад відчутний, у людини з'являються спазматичні скорочення м'язів та сильний біль у пальцях та кистях рук. Руки важко, але ще можна відірвати від електродів (в експерименті).

Цей струм – до 6–10 мА частотою 50 Гц – отримав назву *відпускаючого* (для постійного струму 30–40 мА).

Значення *порогового невідпускаючого струму*, що викликає при проходженні крізь людину незупинне спазматичне скорочення м'язів руки, яка стискає провідник, становить 11–15 мА при частоті 50 Гц та 50–80 мА при постійному струмі.

Струм понад 50 мА частотою 50 Гц при тривалій дії викликає зупинку дихання та фібриляцію серця. Ці струми отримали назву *фібриляційних*.

*Фібриляція серця* – це хаотичне різночасове скорочення волокон серцевого м'язу (фібри), коли серце не може переміщувати кров по судинах.

Струм 100 мА частотою 50 Гц вже протягом 2-3 секунд викликає фібриляцію серця та параліч дихання, тобто клінічну смерть.

Верхньою межею фібриляційного струму промислової частоти є струм 5 А. При постійному струмі пороговим (найменшим) фібриляційним буде струм 300 мА.

Струм понад 5 А як при постійній напрузі, так і при частоті 50 Гц фібриляцію серця не викликає. Внаслідок його дії виникає зупинка серця, минаючи стан фібриляції.

Сила струму  $I$ , що проходить крізь будь-яку ділянку тіла людини, залежить від прикладеної напруги  $U$  та електричного опору  $R$ , який чинить струмові ця ділянка тіла. При цьому зі збільшенням прикладеної напруги струм зростає швидше. Це пояснюється, головним чином, нелінійністю людини чинити електричний опір. Провідність живої тканини, на відміну від звичайних провідників, зумовлена не тільки її фізичними властивостями, а й складними біохімічними та біофізичними процесами, притаманними тільки живій матерії.

Отже, опір шкіри людини є змінною величиною, яка нелінійно залежить від багатьох факторів: її складу, щільності та площі кон-

тактів, значення прикладеної напруги, сили протікаючого струму і часу його дії. Найбільший опір чинить чиста суха непошкоджена шкіра. Збільшення площі і частоти контактів зі струмопровідними частинами знижує опір шкіри. З підвищенням прикладеної напруги опір шкіри також зменшується внаслідок пробою її верхнього шару. Зростання сили струму або часу його протікання викликає більше нагрівання верхнього шару шкіри та інтенсивніше потовиділення у місцях контакту, що теж зменшує електричний опір шкіри.

*Найбільший електричний опір має верхній роговий шар шкіри, який не містить кровоносних судин.*

Опір внутрішніх органів залежить, у цілому, від прикладеної напруги.

Оскільки опір тіла людини електричному струму є нелінійним та нестабільним і вести розрахунки з такими опорами складно, дійшли висновку, що опір тіла людини становить 1000 Ом.

*Найбільш небезпечним для людини є струм із частотою 20–200 Гц. Зі зниженням і підвищенням частоти небезпека ураження зменшується та цілком зникає при частоті 450–500 кГц, хоча ці високочастотні струми зберігають небезпеку опіків.*

Постійний струм, який проходить крізь тіло людини, порівняно зі змінним струмом з такими ж параметрами, викликає менш неприємні відчуття. Однак це справедливо лише для напруг до 300 В.

З подальшим підвищенням напруги небезпека постійного струму зростає і в інтервалі напруг 400–600 В практично дорівнює небезпеці змінного струму з частотою 50 Гц, а при напрузі понад 600 В постійний струм є значно небезпечнішим, ніж змінний. Різкі больові відчуття при підключенні під постійну напругу виникають у момент вмикання і розмикання кола. Вони зумовлюються струмами перехідного процесу, які викликають судомне скорочення м'язів.

***Фактори неелектричного характеру.*** Зростання тривалості протікання струму крізь людину збільшує тяжкість ураження за таких обставин: із зростанням часу протікання струму опір тіла зменшується (за рахунок зволоження шкіри від поту), струм підвищується, з часом вичерпуються захисні сили організму, які протистоять дії електричного струму. Встановлено залежність між допустимими для людини значеннями синусоїдального струму частотою 50 Гц і тривалістю дії цього струму (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Допустимі для людини значення струму при різному часі його дії

Час протікання струму через людину, с	Допустима сила струму, мА	Опір тіла людини, Ом	Напруга на людину, В
0,2	250	700	175
0,5	100	1000	100
0,7	75	1065	80
1	65	1150	75
30	6	3000	18
понад 30	1	6000	6

**Напрямок струму крізь людину** суттєво впливає на наслідок ураження. Небезпечність ураження особливо велика, якщо струм, який проходить крізь життєво важливі органи – серце, легені, головний мозок, – впливає безпосередньо на всі органи. Якщо струм не проходить крізь ці органи, то його дія на них є тільки рефлекторною й імовірність ураження зменшується.

#### **Можливі схеми ураження людини електрострумом**

Ураження людини електричним струмом залежить від шляху проходження, виду струму (постійний чи змінний), сили і точки дотику (опору).

**Дуже небезпечні**, але зустрічаються рідко, такі схеми включення людини в електромережу:

- двофазне включення: петля «голова – руки». При цьому електро-струм проходить крізь життєво важливі органи людини: головний мозок, серце і легені;
- однофазне включення з глухозаземленою нейтраллю: петля «голова – ноги». У цьому випадку електрострум проходить через все тіло людини, вражаючи життєво важливі органи.

**Менш небезпечні** схеми включення, але зустрічаються частіше, такі:

- однофазне включення: петля «рука – ноги». Статистично до 87 % від всіх електротравм;
- двофазне включення: петля «рука – рука». Електрострум проходить крізь грудну клітку людини. Уражаються серце і легені;
- при контакті електричного провідника із землею, при пробі ізоляції на землю в електричній установці, а також у місцях розташування заземлення чи блискавки захисного пристрою, поверхня землі може виявитися під електричною напругою. Виникає так звана

крокова напруга для двох точок, розташованих на різних відстанях від місця дотику провідника і землі. Виникає петля «нога – нога».

Ураження людини від електроструму залежить і від зовнішніх умов. Так, приміщення залежно від електронезбезпеки поділяються на:

**1) Особливо небезпечні:**

- велика вогкість (відносна вологість близько 100 %);
- наявність хімічно активних випарів (руйнується електроізоляція);
- наявність 2-х і більш небезпечних факторів (вогкість, висока температура, струмопровідна підлога і ін.);

**2) Підвищено небезпечні:**

- вогкість (відносна вологість понад 75 %);
- висока температура (більше +35 °С);
- струмопровідна підлога (земля, метал);

**3) Безпечні – сухі допоміжні приміщення, житлові приміщення.**

У даний час в робочих приміщеннях часто організується можливість приготування і прийому їжі, відповідно доцільно враховувати можливість ураження людини електрострумом в таких випадках:

- одночасно торкнутися розетки (або провідника) з несправним корпусом (старою ізоляцією) і батареї центрального опалення;
- при спробі набрати води з крана, наприклад, в електрочайник, включений в мережу (або помити під краном включений електроприлад).

**Індивідуальні особливості людини** значно впливають на тяжкість ураження при електротравмах, наприклад, струм, що є невідпускаючим для одних людей, може бути пороговим для інших. Характер дії струму одних і тих самих параметрів залежить від маси людини і її фізичного розвитку. Для жінок порогове значення струму приблизно у 1,5 раза нижче, ніж для чоловіків.

**Ступінь впливу струму залежить** від стану нервової системи, депресії, хвороби (особливо захворювань шкіри, серцево-судинної і нервової систем тощо). Крім того, помічено, що сп'яніла людина значно чутливіша до протікаючого струму. Важливу роль відіграє і фактор уваги. Якщо людина підготовлена до електричного удару, то ступінь небезпеки різко зменшується, у той час як несподіваний удар призводить до набагато тяжчих наслідків.

**Фактори навколишнього середовища.** Неприятливий вплив факторів навколишнього середовища на небезпечність ураження

електричним струмом знайшов своє відображення в нормативних матеріалах.

Однією з причин ураження електричним струмом є поява напруги кроку на ділянці землі, де знаходиться людина. Це може бути в результаті замикання фази на землю, винесення потенціалу протяжним струмопровідним предметом (трубопроводом, залізничними рейками), несправністю в пристрої захисного заземлення та ін.

**Крокова напруга** – різниця потенціалів точок на поверхні землі, що віддалені один від одного на відстані кроку (рис. 1.10).

Найбільший електричний потенціал буде в місці зіткнення провідника із землею. По мірі віддалення від цього місця потенціал поверхні ґрунту зменшується, оскільки перетин провідника (ґрунту) збільшується пропорційно квадрату радіусу, і на відстані приблизно рівній 20 м може бути прийнятим рівним нулю (рис. 1.10).

Ураження при кроковій напрузі усугубляється тим, що через судорожні скорочення м'язів ніг людина може впасти, після чого ланцюг струму замикається на тілі через життєво важливі органи. Крім того, зріст людини обумовлює велику різницю потенціалів, прикладених до її тіла.

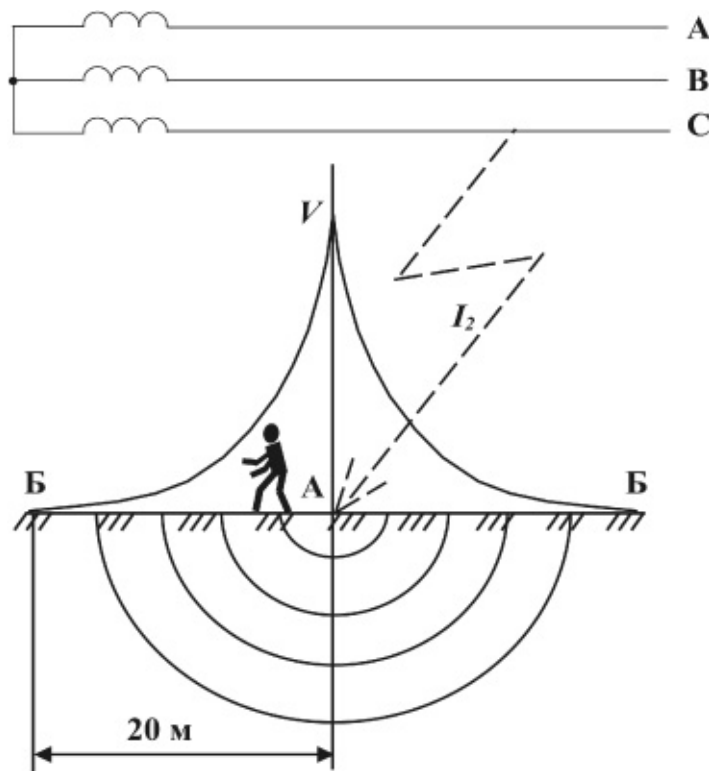


Рисунок 1.10 – Ілюстрація розтікання струму в ґрунті і виникнення напруги кроку

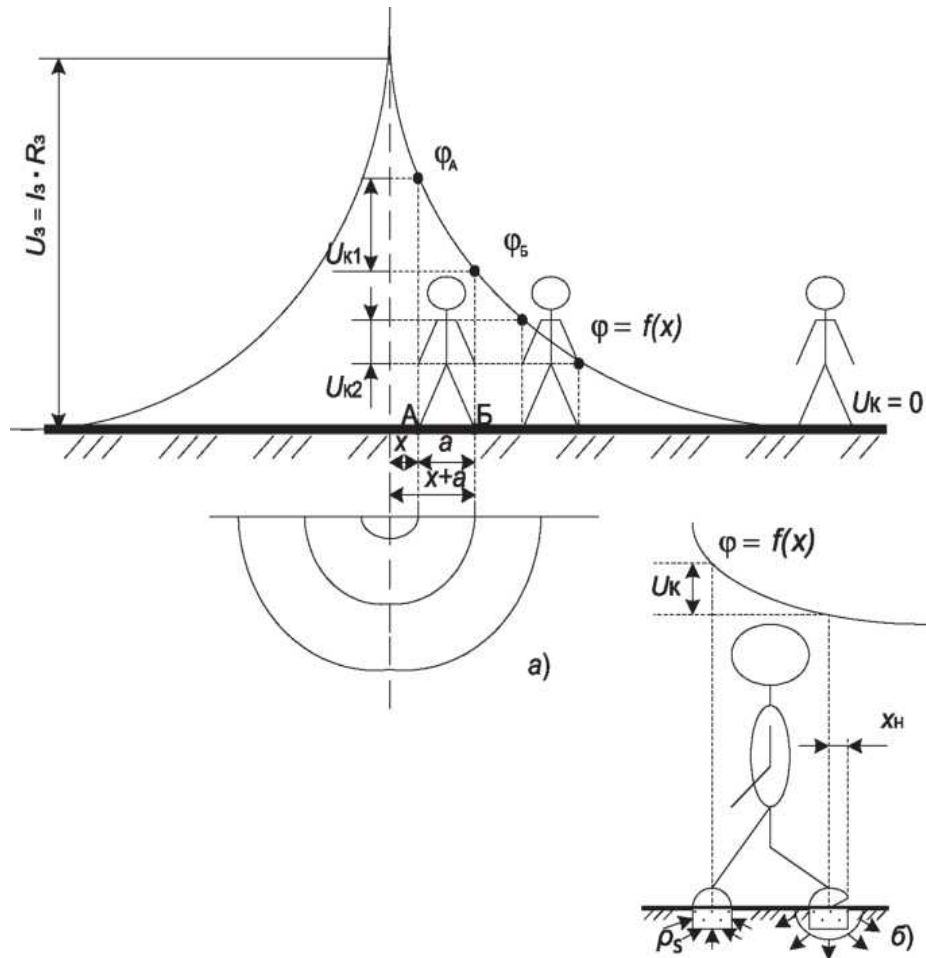


Рисунок 1.11 – Напряга кроку:

*a* – загальна схема; *б* – розтікання струму з опорної поверхні ніг людини

Оцінка безпеки дотику до струмопровідних частин зводиться до визначення струму, що протікає крізь людину, і порівняння його з допустимими значеннями.

Безпека ураження при дотику до струмопровідних частин залежить від номінальної напруги електроустановки і режиму нейтралі джерела живлення.

**За напругою та режимом нейтралі ПУЕ розрізняють:**

- на електроустановки напругою до 1 кВ в електричних мережах із глухозаземленою нейтраллю;
- на електроустановки напругою до 1 кВ в електричних мережах з ізольованою нейтраллю;
- на електроустановки напругою понад 1 кВ в електричних мережах з ізольованою, компенсованою або (і) заземленою через резистор нейтраллю;

- на електроустановки напругою понад 1 кВ в електричних мережах із глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю.

*Примітка.* Вимоги цього розділу навчального посібника до електроустановок напругою до 1 кВ стосуються також електроустановок напругою до 1,5 кВ постійного та випрямленого струму, змінна складова якого не перевищує 10 % діючого значення.

Рівень безпеки та ступінь ураження залежать від того, яким чином відбулося включення людини в електричну мережу.

Розрізняють *двофазовий* (одночасний дотик до двох фаз) та *однофазовий* дотик (включення) людини до струмопровідних частин.

Статистика свідчить, що частіше трапляються однофазові дотики. Небезпека такого дотику в трифазових мережах в основному залежить від режиму нейтралі джерела живлення (ізольована чи глухозаземлена).

У період аварійного режиму роботи більш безпечною є чотирипровідна мережа з глухозаземленою нейтраллю, оскільки людина потрапляє в цьому випадку під фазову напругу.

Мережі з глухозаземленою нейтраллю треба використовувати там, де неможливо забезпечити надійну ізоляцію дротів з причини високої вологості, агресивності середовища тощо, або коли не можна швидко знайти та усунути пошкодження ізоляції, коли ємнісні струми – великі (кабельні лінії). Це міські та сільські мережі, мережі крупних підприємств тощо.

*Двофазовий дотик* людини до мережі, незалежно від режиму нейтралі, завжди небезпечний, бо людина опиняється під лінійною напругою  $U_{л}$ .

У мережах з напругою понад 1000 В з технологічних вимог та вимог техніки безпеки перевагу слід надати мережам з глухозаземленою нейтраллю (забезпечується швидке відключення пошкодженої ділянки реле захисту).

У мережах з напругою понад 1000 В через велику ємність між дротами і землею захисна роль ізоляції дротів повністю втрачається і для людини є однаково небезпечним дотик до дроту мережі як з ізольованою, так і глухоізольованою нейтраллю, тобто дотик до таких мереж є рівнозначним дотику до обкладок трансформатора.

**Основні причини нещасних випадків від дії електричного струму:**

- випадковий дотик, наближення на небезпечну відстань до струмопровідних частин, що перебувають під напругою;

- поява напруги дотику на металевих конструктивних частинах електроустаткування (корпусах, кожухах тощо) у результаті пошкодження ізоляції або з інших причин;
- поява напруги на відключених струмопровідних частинах, на яких працюють люди, внаслідок помилкового включення установки;
- виникнення напруги кроку на поверхні землі через замикання проводу на землю.

**Основними заходами захисту від ураження електричним струмом є:**

- *забезпечення недоступності струмопровідних частин, що перебувають під напругою, для випадкового дотику;*
- *електричний поділ мережі;*
- усунення небезпеки ураження з появою напруги на корпусах, кожухах та інших частинах електроустаткування, що досягається захисним заземленням, зануленням, захисним відключенням;
- *застосування малих напруг;*
- *захист від випадкового дотику до струмопровідних частин застосуванням кожухів, огорож, подвійної ізоляції;*
- *захист від небезпеки при переході з вищої на нижчу напругу;*
- *контроль і профілактика пошкоджень ізоляції;*
- *компенсація ємнісної складової струму замикання на землю;*
- *застосування спеціальних електрозахисних засобів – переносних приладів і запобіжних пристроїв;*
- *організація безпечної експлуатації електроустановок.*

### ***Застосування малих напруг***

Якщо номінальна напруга електроустановки не перевищує тривало допустимої напруги дотику, знижується небезпека ураження електричним струмом. Найбільший ступінь безпеки досягається при малих напругах 6–12 В при живленні споживачів від акумуляторів, гальванічних елементів, випрямних установок, перетворювачів частоти, знижувальних трансформаторів на напругу 12, 24, 36, 42 В. Використання малих напруг обмежується труднощами створення протяжної мережі, тому вони застосовуються у ручних електрифікованих інструментах, переносних лампах, лампах місцевого освітлення, сигналізації.

### ***Електричний розподіл мережі***

Розгалужена мережа великої довжини має значну ємність і малий активний опір ізоляції щодо землі. Струм замикання на землю в такій мережі може бути значним. Якщо єдину сильно розгалужену мережу з великою ємністю і малим опором ізоляції розділити на ряд невеликих мереж такої самої напруги, які матимуть незначну ємність і високий опір ізоляції, небезпека ураження різко знизиться. Зазвичай електричний розподіл мереж здійснюється шляхом підключення електроприймачів через розподільний трансформатор окремих електроприймачів, що живляться від основної розгалуженої мережі.

### ***Захист від небезпеки при переході з вищої напруги на нижчу***

При пошкодженні ізоляції між обмотками вищої і нижчої напруг трансформатора виникає небезпека переходу напруги і, як наслідок, небезпека ураження людини, виникнення займання і пожеж. Способи захисту залежать від режиму нейтралі. Мережі напругою до 1000 В з ізольованою нейтраллю, з'єднані через трансформатор з мережами напругою вище за 1000 В, мають бути захищені пробивним запобіжником, установленим у нейтралі чи фазі з боку нижчої напруги трансформатора. Тоді у випадку пошкодження ізоляції між обмотками вищої і нижчої напруг цей запобіжник пробивається і нейтраль або фаза нижчої напруги заземлюється. Напруга нейтралі щодо землі  $V_3 = I_3 \cdot R_0$ . Заходом захисту є зниження цієї напруги до безпечного заземлення нейтралі з опором  $R_0 < 4 \text{ Ом}$ .

Пробивні запобіжники застосовуються, коли вища напруга більша за 1000 В. Якщо вища напруга буде нижчою за 1000 В, пробивний запобіжник не спрацює. Тому вторинні обмотки знижувальних трансформаторів для живлення ручного електроінструмента і ручних ламп з малою напругою заземлюють.

### ***Контроль і профілактика пошкоджень ізоляції***

Профілактика пошкоджень ізоляції спрямована на забезпечення її надійної роботи. Насамперед необхідно виключити механічні пошкодження, зволоження, хімічний вплив, запилення, перегрів. Але навіть у нормальних умовах ізоляція поступово втрачає свої початкові властивості, «старіє». З часом розвиваються місцеві дефекти. Опір ізоляції починає різко зменшуватися, а струм витоку – непропорційно зростати. У місці дефекту з'являються часткові розряди струму, ізоляція вигорає. Відбувається так званий пробій ізо-

ляції, внаслідок чого виникає коротке замикання, що, у свою чергу, може спричинити пожежу чи ураження людей струмом.

Виробничі приміщення за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом відповідно до ПУЕ і ДБН В.2.5-27-2006 поділяють на *три категорії*.

**Перша** – приміщення без підвищеної небезпеки характеризуються нормальною вологістю та відсутністю пилу, наявністю не струмопровідної (ізолюваної) підлоги. В них відсутні ознаки двох інших класів. У більшості випадків до приміщень без підвищеної небезпеки належать кабінети, зали, лабораторії, приладні дільниці машинобудівних заводів.

**Друга** – приміщення з підвищеною небезпекою мають одну з таких ознак:

- *підвищена температура* (температура повітря тривалий час перевищує 35 °С або короткочасно перевищує 40 °С незалежно від пори року і різноманітних теплових випромінювань);
- *підвищена (понад 75 %) відносна вологість повітря*;
- *наявність струмопровідного пилу* (металевий, вугільний тощо) на обладнанні та провіднику;
- *струмопровідна підлога* (металева, земляна, залізобетонна, цегляна тощо);
- *можливість одночасного доторкання* людини до металоконструкції будівлі, яка має з'єднання з землею, та технологічного апарата або механізмів, з одного боку, і до металевих корпусів електрообладнання – з іншого.

До цієї групи приміщень належать складські неопалювані приміщення, механічні цехи та дільниці з нормальною температурою, вологістю, без виділення пилу, але зі струмопровідною підлогою.

**Третя** – приміщення особливо небезпечні, які характеризуються наявністю однієї з таких ознак:

- *особлива сирість* (відносна вологість повітря близько 100 %, коли стеля, стіни, підлога та предмети в приміщенні вологі);
- *хімічно активне середовище* (приміщення, в яких постійно або тривало наявні пари або утворюються відкладення, що діють руйнівні на ізоляцію та струмопровідні частини електрообладнання);
- *одночасна наявність двох або більше умов підвищеної небезпеки*.

Внутрішні або зовнішні електроустановки, які експлуатуються на відкритому повітрі або під навісом, прирівнюються до електроустановок в особливо небезпечних приміщеннях.

*Види робіт за ступенем електробезпеки* поділяються за тими самими ознаками на роботу без підвищеної небезпеки, підвищеної небезпеки та особливо небезпечну.

Клас приміщень за небезпекою ураження струмом враховують при виборі допустимої напруги переносних світильників, яка в приміщенні без підвищеної небезпеки становить 42 В, з підвищеною небезпекою – 24 В, в особливо небезпечних – 12 В.

**Заземлення** – виконання електричного з'єднання між визначеною точкою системи, установки або обладнання і заземлювальним пристроєм.

**Захисне заземлення** – заземлення точки чи точок системи, установки або обладнання з метою забезпечення електробезпеки.

**Функціональне (робоче) заземлення** – заземлення точки точок системи, установки або обладнання, не пов'язане з електробезпекою.

Захисний провідник (*РЕ*-провідник, від англ. *protective earthin* – захисне заземлення).

### **Питання 3.**

**Основні показники пожежо- і вибухонебезпеки властивостей речовин і матеріалів на виробничих об'єктах.**

Для запобігання і успішної боротьби з пожежами необхідно знати фізико-хімічні, пожежонебезпечні властивості вживаних речовин, матеріалів, уміти оцінювати пожежну небезпечність речовин і процесів, правильно вибирати ефективні засоби запобігання і захисту від пожеж та вибухів.

**Горінням** називається складний фізико-хімічний процес взаємодії горючої речовини та окислювача, який супроводжується виділенням тепла і випромінюванням світла.

Умовами для виникнення і перебігу горіння є наявність горючої речовини, окислювача і джерела запалювання.

**Горючі речовини** – це тверді, рідкі, газо- або пилоподібні речовини, що здатні горіти, тобто окислюватися з виділенням тепла і світла.

**Окислювачами** у процесі горіння можуть бути кисень, хлор, бром та деякі інші речовини, у тому числі складні: азотна кислота, бертолетова сіль, калійна і натрієва селітри й інші речовини, які при нагріванні або ударі можуть розкладатися з виділенням кисню. Однак зазвичай окислювачем у процесах горіння є кисень, що міститься у повітрі.

**Джерела запалювання** бувають *відкриті* – полум'я, іскри, розжарені об'єкти, світлове випромінювання тощо – та *приховані* – тепло хімічних реакцій, адсорбції, мікробіологічних процесів, адіабатичного стиснення, удару, тертя та ін.

Горюча речовина та кисень є реагуючими речовинами і разом становлять **горючу систему**, а джерело запалювання викликає у ній реакцію горіння. При сталому горінні джерелом запалювання є зона реакції.

Горючі системи можуть бути *гомогенними* (однорідними) та *гетерогенними* (неоднорідними). До *гомогенних* (однорідних) належать системи, в яких горюча речовина і повітря рівномірно перемішані одне з одним (наприклад, суміші горючих газів, пари або пилу з повітрям).

До *гетерогенних* (неоднорідних) належать системи, в яких горюча речовина і повітря не перемішані одне з одним і мають поверхню розділу (наприклад, тверді горючі матеріали або рідини, що знаходяться на повітрі, струмені горючих газів і пари, що надходять у повітря, тощо). Схема горіння гетерогенних горючих систем показана на рис. 1.12.

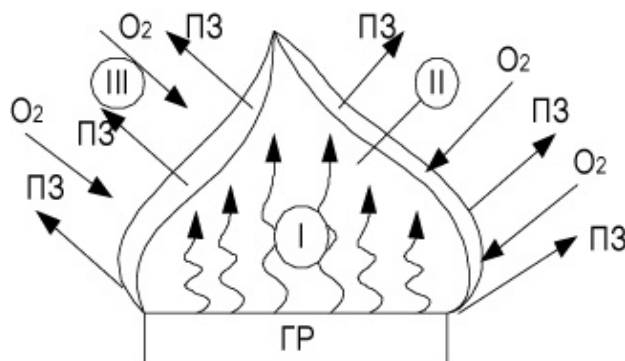


Рисунок 1.12 – Схема горіння гетерогенної горючої системи:

I – зона горючої пари та газів; II – зона горіння; III – зона дифузії кисню до зони горіння; ГР – горюча речовина; ПЗ – продукти згорання

Як правило, усі речовини горять у паровій або газовій фазі. Місцем виділення тепла у процесі горіння є зона горіння, що являє собою тонкий світний шар газів, у який, з одного боку, надходить пальне (горюча речовина), а з іншого – з повітря крізь продукти горіння дифундує кисень. Стехіометрична суміш (тобто суміш у відповідному кількісному співвідношенні між реагуючими речовина-

ми), що утворюється в зоні горіння, згоряє за частку секунди. Тому концентрація кисню і пального в зоні горіння дорівнює нулю, а концентрація продуктів згоряння є максимальною. Через те що весь кисень у зоні горіння вступає в реакцію, в зоні пари та газів горіння відсутнє. У цій зоні пара і газ, рухаючись вгору, поступово нагріваються за рахунок дифундуючих нагрітих продуктів згоряння і біля зони горіння розпадаються з утворенням атомів, радикалів та нових, меншого розміру молекул. У такому вигляді палне у суміші з продуктами згоряння надходить до зони горіння.

Рух полум'я по газовій суміші називають *розповсюдженням полум'я*. Залежно від швидкості розповсюдження полум'я горіння може бути дефлаграційним з швидкістю дещо  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ , вибуховим – швидкість порядку десятків і сотень  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$  і детонаційним – тисяч  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

Для дефлаграційного або нормального розповсюдження горіння характерна передача тепла від шару до шару, а полум'я переміщається у напрямі початкової горючої суміші.

**Вибух** – надзвичайно швидке екзотермічне хімічне перетворення вибухонебезпечного середовища, яке супроводжується виділенням енергії та утворенням стиснених газів, що здатні виконувати роботу. Час вибуху становить  $10^{-5}\dots 10^{-6}$  с, а швидкість його поширення досягає сотень метрів на секунду. Вибух приводить до виникнення інтенсивного зростання тиску. В навколишньому середовищі утворюється і розповсюджується ударна хвиля.

**Ударна хвиля** має руйнівну здатність, якщо надмірний тиск в ній вище 15 кПа.

Вона розповсюджується у газі перед фронтом полум'я із звуковою швидкістю –  $330 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

**Детонація** виникає при згорянні вибухової суміші у закритій трубі. При цьому швидкість поширення полум'я по вибуховій суміші досягає значення  $2000\dots 3000 \text{ м/с}$ . Поява детонації пояснюється утворенням ударної хвилі і стисненої, нагрітої, швидко реагуючої суміші, що рухається перед нею. Вони разом утворюють детонаційну хвилю, що призводить до прискорення поширення полум'я і виникнення детонації.

Горіння може бути відкритим **полум'яним** (температура полум'я у зоні горіння сягає  $1200\dots 3000 \text{ }^\circ\text{C}$ ), а також відбуватися без полум'я у вигляді **жевріння**.

**Жевріння** – безполум’яне горіння твердої речовини (матеріалу) при порівняно низьких температурах (400...600 °С), яке часто супроводжується виділенням диму.

У результаті сполучення горючої речовини з киснем утворюються **продукти згоряння**, склад і агрегатний стан яких залежать від складу речовини, що горить, та умов її горіння.

**Дим**, що утворюється при горінні, являє собою дисперсну систему, яка складається з найдрібніших твердих частинок (діаметром  $10^{-4}$ ... $10^{-6}$  см), завислих у суміші продуктів згоряння з повітрям. При горінні органічних речовин найчастіше дим – це вуглець (сажа), який утворюється внаслідок неповного згоряння. У диму можуть також знаходитися продукти розкладу речовин, що горять, та їх часткового окислення (продукти неповного згоряння). До них, крім сажі, належать оксид вуглецю, сірководень, хлористий водень, окисли азоту, спирти, альдегіди, кетони, кислоти (у тому числі й синильна) та інші речовини.

Продукти повного та неповного згоряння в певних концентраціях є небезпечними для життя людини. Так, концентрація в повітрі  $\text{CO}_2$  на рівні 3–4,5 % стає небезпечною при вдиханні такого повітря протягом півгодини, а концентрація 8–10 % викликає швидко втрату свідомості і смерть. Оксид вуглецю  $\text{CO}$  є отруйним газом. Вдихання повітря, що містить 0,4 %  $\text{CO}$ , – смертельне.

Окрім токсичних продуктів згоряння, **небезпечними факторами пожежі** є відкрите полум’я та іскри, підвищена температура повітря й оточуючих предметів, знижена концентрація кисню, обвали конструкцій, вибух.

З метою одержання початкових даних для розробки заходів щодо забезпечення пожежної та вибухової безпеки, при визначенні категорії та класу приміщень і будівель відповідно до вимог норм технологічного проектування, стандартів, будівельних норм і правил, правил будови електроустановок встановлена номенклатура показників пожежо-, вибухонебезпечності речовин і матеріалів.

Вибір показників, необхідних і достатніх для характеристики пожежо-, вибухонебезпечності тих чи інших речовин і матеріалів, залежить від агрегатного стану речовини (матеріалу) та умов її застосування. Деякі найбільш важливі з них та їх застосовність для характеристики речовин у різних агрегатних станах наведені в табл. 1.7.

Таблиця 1.7 – Показники пожежо-, вибухонебезпечних речовин і матеріалів

Показники	Агрегатний стан речовин і матеріалів			
	Гази	Рідини	Тверді	Пил
1. Група горючості	+	+	+	+
2. Температура спалаху	–	+	–	–
3. Температура спалахування	–	+	+	+
4. Температура само спалахування	+	+	+	+
5. Концентраційні межі розширення полум'я (спалахування)	+	+	–	+
6. Температурні межі розширення полум'я (спалахування)	–	+	–	–
7. Температурні умови теплового самозаймання	–	–	+	+
8. Здатність вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря та іншими речовинами	+	+	+	+

*Примітка.* Знак “+” означає застосовність, а знак “–” – незастосовність показника.

**Група горючості** є кваліфікаційною характеристикою здатності речовин і матеріалів до горіння і застосовується для таких потреб:

- кваліфікації речовин і матеріалів за горючістю;
- визначення категорії і класу приміщень за вибухо- та пожежною небезпечністю;
- при розробці заходів щодо забезпечення пожежної безпеки.

За горючістю речовини і матеріали поділяють на *негорючі*, *важкогорючі* та *горючі*.

**Негорючі** – це речовини і матеріали, які не здатні горіти у повітрі. Проте серед них можуть бути пожежонебезпечні, наприклад, окислювачі і речовини, що виділяють горючі продукти при взаємодії з водою, киснем повітря або з іншими речовинами. До негорючих речовин належать усі мінеральні та більшість штучних неорганічних матеріалів.

**Важкогорючі** – речовини і матеріали, що здатні горіти в повітрі при дії джерела запалювання, але не здатні самотійно горіти після його вилучення. Це можуть бути композиції, що складаються з органічного матеріалу і мінерального наповнювача.

**Горючі** – речовини і матеріали, що здатні займатися при дії джерела запалювання і самотійно горіти після його вилучення.

**Температура спалаху** – це найменша температура конденсованої речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань над її поверхнею утворюється пара, що здатна спалахувати від джерела запалювання, але швидкість її утворення при цьому недостатня для стійкого горіння.

Температура спалаху характеризує умови, за яких речовина стає пожежо- небезпечною. Цей показник застосовується при класифікації рідин за ступенем пожежної небезпечності, при категоріюванні та класифікації приміщень і зон за пожежо- вибуховою небезпечністю, а також при розробці заходів пожежо- вибухобезпеки.

**Температура спалахування** – це найменша температура речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань речовина виділяє горючі пари і гази з такою швидкістю, що при дії на них джерела запалювання спостерігається займання (тобто виникає стійке полум'яне горіння).

Температура спалахування характеризує здатність речовин до самостійного горіння і завжди буває вищою за температуру спалаху. Чим меншою є різниця між температурами спалаху і спалахування речовини, тим більш пожежо- небезпечною є ця речовина.

Температура спалахування застосовується при встановленні групи горючості речовин, при оцінці пожежної небезпечності обладнання і технологічних процесів, при розробці заходів щодо забезпечення пожежо-, вибухобезпеки.

**Температура самоспалахування** – це найменша температура оточуючого середовища, при якій в умовах спеціальних випробувань спостерігається самозаймання речовини.

Температура самоспалахування використовується для оцінки пожежо-, вибухонебезпечності речовин; визначення групи вибухонебезпечної суміші для вибору типу вибухобезпечного обладнання; при розробці заходів щодо забезпечення пожежо-, вибухобезпеки технологічних процесів.

### **Концентраційні межі поширення полум'я**

Нижня (верхня) **концентраційна межа поширення полум'я** – це мінімальний (максимальний) вміст горючої речовини в однорідній суміші в окислювальному середовищі, при якому можливе поширення полум'я по суміші на будь-яку відстань від джерела запалювання.

Концентраційні межі поширення полум'я застосовують при визначенні категорії та класу приміщень за вибухо-, пожежонебезпечністю; при розрахунках вибухобезпечних концентрацій газів,

пари і пилу всередині технологічного обладнання, а також у повітрі робочої зони з потенційними джерелами запалювання; при проектуванні вентиляційних систем; при розробці заходів щодо забезпечення пожежної безпеки.

### **Температурні межі поширення полум'я**

Відомо, що концентрація насиченої пари рідини перебуває у певному взаємозв'язку з її температурою. Використовуючи цю властивість, можна концентраційні межі насиченої пари виражати через температуру рідини, при якій утворюється ця пара. Такі температури мають назву *температурних меж поширення полум'я*.

*Температурні межі поширення полум'я* – це такі температури речовини, при яких її насичена пара утворює в окислювальному середовищі концентрації, що дорівнюють відповідно нижній (нижня температурна межа) і верхній (верхня температурна межа) концентраційним межам поширення полум'я.

Температурні межі спалахування застосовуються при розрахунку пожежо-, вибухонебезпечних температурних режимів роботи технологічного обладнання; оцінці аварійних ситуацій, пов'язаних з розлиттям горючих рідин; розрахунку концентраційних меж спалахування, а також для характеристики пожежної небезпечності рідин.

*Температурні умови теплового самозаймання* – це залежність між температурою оточуючого середовища, кількістю речовини (матеріалу) і часом до її самозаймання.

Мінімальну температуру середовища, при якій можливе самозаймання матеріалу, враховують при виборі безпечних умов зберігання та переробки самозаймистих речовин.

*Здатність вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря та іншими речовинами (тобто при взаємному контакті речовин)* – якісний показник, що характеризує особливу пожежну небезпечність речовин.

Дані про небезпечність взаємного контакту речовин наводять у стандартах і технічних умовах на речовину; їх використовують при категоріюванні приміщень за вибухо-, пожежонебезпечністю; при виборі безпечних умов проведення технологічних процесів та умов спільного зберігання і транспортування речовин і матеріалів.

Реакція окислення є *екзотермічною* (тобто відбувається з виділенням тепла) і за певних умов може самоприскорюватися. Цей процес самоприскорення реакції окислення з переходом її в горіння називається самозайманням.

Температура samozаймання горючих речовин дуже різна. В одних вона перевищує 500 °С, а в інших приблизно дорівнює температурі оточуючого середовища, тобто температурі повітря, яку в середньому можна прийняти у межах 0...50 °С.

**Залежно від температури samozаймання** усі горючі речовини умовно поділяють на **дві групи**:

**перша** – речовини, температура samozаймання яких вища за температуру оточуючого їх середовища;

**друга** – речовини, температура samozаймання яких нижча за температуру оточуючого їх середовища.

Речовини **першої групи** здатні займатися тільки у результаті нагрівання їх вище температури оточуючого середовища.

Речовини **другої групи** можуть samozайматися без нагрівання, оскільки оточуюче середовище вже нагріло їх до температури samozаймання. Такі речовини становлять велику пожежну небезпеку і називаються **самозаймистими**, а процес їх самонагрівання до виникнення горіння – **самозайманням**.

Самозаймання **залежно від причин**, що до нього призводять, поділяють на **хімічне, мікробіологічне, теплове**.

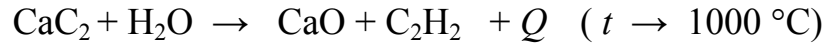
**Хімічне samozаймання** виникає у результаті взаємодії речовин з киснем повітря, водою або одна з одною. Так, більшість рослинних олій та жирів, якщо вони нанесені тонким шаром на волокнисті або порошкоподібні матеріали, схильні до samozаймання у повітрі, оскільки містять у своєму складі ненасичені сполуки (такі, що мають подвійні зв'язки), які здатні окислюватися і полімеризуватися в повітрі з виділенням тепла при звичайній температурі. До samozаймання при звичайних температурних умовах внаслідок взаємодії з киснем повітря здатні також сульфід заліза, білий фосфор, металлоорганічні сполуки та інші речовини. Ось, наприклад, реакція samozаймання сульфід заліза (IV):



До групи речовин, що викликають горіння при взаємодії з водою, належать лужні метали, карбіди кальцію та лужноземельних металів, гідриди лужних та лужноземельних металів, фосфористі кальцій та натрій, негашене вапно, гідросульфат натрію та ін.

Лужні метали при взаємодії з водою виділяють водень і значну кількість тепла, за рахунок чого водень samozаймається і горить разом з металом.

При взаємодії карбіду кальцію з невеликою кількістю води виділяється така кількість тепла, що при наявності повітря ацетилен, який утворюється, самозаймається. Якщо кількість води велика, цього не трапляється:



Оксид кальцію (негашене вапно), реагуючи з водою, самонагрівається. Якщо на негашене вапно потрапляє невелика кількість води, воно розігрівається до світіння і може підпалити матеріали, що стикаються з ним.

До групи речовин, які самозаймаються *при контакті одна з одною*, належать газоподібні, рідкі й тверді окислювачі. Стиснутий кисень спричиняє самозаймання мінеральних масел, які не самозаймаються у кисні при нормальному тиску.

Сильними окислювачами є галогени (хлор, бром, фтор, йод); вони надзвичайно активно сполучаються з низкою речовин, при цьому виділяється велика кількість тепла, що й призводить до самозаймання речовин.

Ацетилен, водень, метан, етилен у суміші з хлором самозаймаються на денному світлі. Через це не можна зберігати хлор та інші галогени спільно з легкозаймистими рідинами. Відомо, що скипидар самозаймається у хлорі, якщо він розподілений у якій-небудь пористій речовині (папір, ганчірка, вата).

Азотна кислота, розкладаючись, виділяє кисень, тому вона є сильним окислювачем, здатним викликати самозаймання низки матеріалів (солома, льон, бавовна, тирса, стружка).

Сильними окислювачами є перекис натрію і хромовий ангідрид, які при стиканні з багатьма горючими рідинами викликають їх самозаймання.

Перманганат калію, якщо його змішати з гліцерином або етиленгліколем, викликає їх самозаймання через кілька секунд.

**Мікробіологічне самозаймання** характерне для рослинних продуктів – сіна, конюшини, соломи, солоду, хмелю, фрезерного торфу та ін. При відповідних вологості та температурі в рослинних продуктах (наприклад, у фрезерному торфі) активізується діяльність мікроорганізмів, яка супроводжується виділенням тепла, і хоча при досягненні 65–70 °С мікроорганізми гинуть, процес окислення, що вже розпочався, інтенсифікується, самоприскорюється, а це і призводить до самонагрівання та самоспалахування.

**Теплове самозаймання** є результатом самонагрівання матеріалу, що виникає внаслідок екзотермічних процесів окислення, роз-

кладу, адсорбції тощо або від дії зовнішнього незначного джерела нагрівання. Наприклад, нітроцелюлозні матеріали (кіно-, фотоплівка, бездимний порох) при температурі 40–50 °С розкладаються з підвищенням температури до самоспалахування.

Щодо сутності понять «самозаймання» та «самоспалахування» важливо відзначити, що, по-перше, «самоспалахування» і «самозаймання» – одне й те ж саме явище; по-друге, фізична сутність процесів самозаймання і самоспалахування однакова, тому що механізм самоприскорення реакції окислення у них один і той самий. Після спалахування або самоспалахування має місце полум'яне горіння. Головна відмінність між ними в тому, що процес самозаймання просторово обмежений частиною об'єму горючої речовини (решта маси горючої речовини залишається холодною), в той час як процес самоспалахування речовини відбувається у всьому її об'ємі.

#### ***Питання 4.***

#### **Категорії виробництв та приміщень за вибухопожежною та пожежною безпекою.**

Пожежна безпека виробничих будівель залежить від кількості та здатності до горіння речовин і матеріалів, що в них знаходяться або використовуються, а також від пожежної безпеки технологічних процесів й особливостей конструкції самої будівлі (приміщення). Технологічний процес визначає ймовірність виникнення і розміри пожежі або вибуху. Конструкції будівель зумовлюють межі поширення пожежі та її наслідки.

Існує два методи визначення пожежо-, вибухонебезпечності виробничих будівель – детермінований і вірогідний.

*Детермінований* – базується на нормуванні технологічного проектування.

*Вірогідний* – передбачає недопущення дії на людей шкідливих факторів пожежі з вірогідністю, що перевищує нормативну.

За вибухонебезпекою і пожежною безпекою приміщення та будівлі, поділяються на п'ять категорій: А, Б, В, Г, Д.

**Категорія А** (вибухо-, пожежонебезпечна). Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28 °С у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні паро- і газоповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа. Речовини та матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з во-

дою, киснем повітря або одне з одним у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск у приміщенні перевищує 5 кПа.

**Категорія Б** (вибухо-, пожежонебезпечна). Горючий пи́л або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28 °С та горючі рідини у такій кількості, що можуть створювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, у разі спалахування яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа.

**Категорія В** (пожежонебезпечна). Горючі і важко горючі рідини, тверді горючі і важко горючі речовини й матеріали, речовини та матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним лише горіти, за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (використовуються), не належать до категорій А і Б.

**Категорія Г.** Негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.

**Категорія Д** – Виробництво, де застосовуються неспалимі речовини і матеріали у холодному стані. До цієї ж категорії дозволяється зараховувати приміщення, у яких розміщені горючі речовини у системах змащування, охолодження і гідроприводу обладнання і яких не більше 60 кг в одиниці обладнання (за умов тиску не більше 0,2 МПа), а також кабельні електропроводки в обладнанні, окремі предмети, меблі на місцях.

*Залежно від категорії виробництва вибирають ступені вогнестійкості будівель й приміщень, а також розробляють заходи щодо запобігання виникненню вибухів і пожеж на виробничих процесах.*

Найбільш небезпечні щодо вибухів і пожеж види виробництв необхідно розміщувати в одноповерхових будівлях, а в багатоповерхових – на верхньому поверсі біля зовнішніх стін.

### **Вибухонебезпечні та пожежонебезпечні зони, їх класи**

Окрім вибухопожежної класифікації приміщень, існують вибухонебезпечні і пожежонебезпечні зони в приміщеннях.

**Вибухонебезпечна зона** – це обмежений простір у приміщенні або за його межами, де існують чи можуть утворюватись вибухонебезпечні суміші.

Класифікація вибухонебезпечних зон здійснюється відповідно до ДНАОП 0.00-1.32-01 «Правила будови електроустановок».

Газо-, пароповітряні вибухонебезпечні середовища утворюють вибухонебезпечні зони класів 0, 1, 2, а пилоповітряні – вибухонебезпечні зони класів 20, 21, 22.

**Вибухонебезпечна зона класу 0** – простір, у якому вибухонебезпечне середовище присутнє постійно або протягом тривалого часу. Вона може мати місце тільки в межах корпусів технологічного обладнання.

**Вибухонебезпечна зона класу 1** – простір, у якому вибухонебезпечне середовище може утворитися під час нормальної роботи, тобто ситуації, коли установка працює відповідно до своїх розрахункових параметрів, але виділені горючі гази і пара горючих речовин можуть створити з повітрям або іншими окиснювачами вибухонебезпечні суміші.

**Вибухонебезпечна зона класу 2** – простір, у якому вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко і триває недовго.

**Вибухонебезпечна зона класу 20** – простір, у якому під час нормальної експлуатації вибухонебезпечний пил у вигляді хмари присутній постійно або часто в кількості, достатній для утворення небезпечної концентрації суміші з повітрям, і (або) простір, де можуть утворюватись пилові шари непередбаченої або надмірної товщини.

**Вибухонебезпечна зона класу 21** – простір, у якому під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилу у вигляді хмари в кількості, достатній для утворення суміші з повітрям вибухонебезпечної концентрації.

**Вибухонебезпечна зона класу 22** – простір, у якому вибухонебезпечний пил у завислому стані може з'являтися нечасто та існувати недовго, або в якому шари вибухонебезпечного пилу можуть існувати й утворювати вибухонебезпечні суміші у разі аварії.

Класифікація пожежонебезпечних зон виконується відповідно до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ).

**Пожежонебезпечна зона** – це обмежений простір всередині або поза приміщенням, в межах якого постійно або періодично знаходяться горючі речовини. У такому приміщенні вони можуть перебувати як при нормальному технологічному процесі, так і в разі його порушення. Пожежонебезпечні зони поділяються на чотири класи: П-I, П-II, П-IIa, П-III.

**Клас П-I** – зони приміщень, в яких зберігаються (використовуються) горючі рідини з температурою спалаху вище 61 °С.

**Клас П-II** – зони приміщень, де можливе утворення горючого пилу або волокон з нижньою концентраційною межею поширення полум'я понад 65 г/м до об'єму повітря.

**Клас П-IIa** – зони приміщень, в яких є тверді горючі речовини. Горючий пил і волокна відсутні.

**Клас П-III** – зовнішні установи та ззовні розташовані зони, де зберігаються або використовуються горючі рідини з температурою спалаху понад 61 °С, а також тверді горючі речовини.

Згідно з п 4.2.7. Правил пожежної безпеки в Україні, для всіх будівель та приміщень виробничого, складського призначення і лабораторій повинна бути визначена категорія щодо вибухопожежної та пожежної небезпеки, а також класи зон, які необхідно позначати на вхідних дверях до приміщення, а також на межах зон всередині приміщень та ззовні. При цьому на полі вказівного знака зверху позначена категорія пожежної небезпеки, а під нею – клас зони.

### **Питання 5.**

**Система попередження пожеж. Протипожежний захист. Способи припинення горіння.**

**Система попередження пожеж** – це *пожежна профілактика та пожежна безпека*.

**Пожежна профілактика** – це комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на гарантування безпеки людей, запобігання пожежам, обмеження їх поширення, а також створення умов для успішного гасіння пожежі.

У процесі розробки профілактичних заходів запобігання пожежам враховується протипожежний стан об'єкта, тобто кількість пожеж та збитки від них, кількість займань, а також травм, отруєнь і загиблих людей, рівень реалізації вимог пожежної безпеки, рівень боєготовності пожежних підрозділів, а також стан протипожежної агітації і пропаганди.

**Пожежна безпека** – стан об'єкта, за якого виключається можливість пожежі, а у випадку її виникнення унеможливорюється дія на людей небезпечних факторів пожежі і забезпечується захист матеріальних цінностей. Одним із основних факторів забезпечення пожежної безпеки є пожежна профілактика.

Забезпечення пожежної безпеки об'єкта передбачає створення **системи попередження пожеж та протипожежного захисту**.

Велике значення при цьому мають **організаційно-технічні заходи**, які умовно можна поділити на:

- організаційні (організація пожежної охорони, навчань, інструктажів та ін.);
- технічні (суворе дотримання правил і норм, визначених чинними нормативними документами, при реконструкції приміщень, технічному переоснащенні виробництва, експлуатації електромереж, опалення, освітлення та ін.);
- заходи режимного характеру (заборона паління та застосування відкритого вогню в недозволених місцях та ін.);
- експлуатаційні (своєчасне проведення профілактичних оглядів, ремонтів устаткування тощо).

З метою попередження пожеж, їх поширення та боротьби з ними усі працівники підприємств, установ й організацій проходять навчання та інструктажі з питань пожежної безпеки. На об'єктах з підвищеною пожежною небезпечністю обов'язковим є навчання.

***Система попередження пожеж*** – це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання виникненню та розвитку пожежі.

Вона передбачає виявлення початкової стадії пожежі, своєчасну інформацію й, у разі необхідності, включення автоматичних систем пожежогасіння.

Як відомо, основною умовою горіння є наявність трьох чинників: горючої речовини, окиснювача та джерела вогню. Для того щоб сталося горіння, горюча речовина, окиснювач та джерело запалювання повинні мати певні критичні рівні (температуру, концентрацію, енергію).

Оскільки в умовах виробництва завжди є горючі речовини, а у повітрі – достатня кількість кисню, то для виникнення горіння бракує лише джерела займання.

До джерела запалювання належать відкрите полум'я, розжарені предмети, іскри від ударів і тертя, сонячна радіація та ін.

Горюча речовина з окиснювачем утворює так зване горюче середовище, яке здатне горіти при наявності джерела запалювання. Тому заходи системи попередження пожежі спрямовані на дотримання безпечної поведінки з джерелом запалювання та запобігання утворенню горючого середовища.

Запобігання появі у горючому середовищі джерела запалювання можна досягти дотриманням «Правил пожежної безпеки», використанням електроустаткування, що відповідає вимогам класу пожежовибухонебезпечних приміщень та зон, ліквідацією умов для самозаймання речовин (матеріалів) тощо.

Запобігання утворенню горючого середовища досягається дотриманням таких **вимог**:

- *заміна, по можливості, у технологічних процесах горючих речовин (матеріалів) на негорючі;*
- *ізоляція горючого та вибухонебезпечного середовища;*
- *використанням інгібіторних та флегматизаційних добавок;*
- *застосуванням в установках з горючими речовинами пристроїв захисту від пошкоджень та аварій;*
- *жорстким контролем за станом повітря в приміщеннях та якістю вентиляції тощо.*

Система попередження пожеж також передбачає зниження пального навантаження в приміщеннях, проведення пожежотехнічних обстежень, використання знаків безпеки, своєчасне виявлення початкової стадії пожежі, передачу інформації про місце і час її виникнення й, у разі необхідності, включення автоматичних засобів пожежогасіння. Засобами протипожежної автоматики забезпечуються виробничі приміщення категорій **A, B і В**.

Установки автоматичної електричної пожежної сигналізації монтують на складах, базах та інших пожежовибухонебезпечних об'єктах. Основними складовими частинами цих установок є: датчики (сповісники), що монтуються в будівлях або на території об'єктів і призначені для подання сигналу про пожежу; приймальні апарати (станції), що забезпечують приймання сигналів від датчиків, а також автоматичні системи пожежогасіння.

Датчики можуть бути тепловими, димовими, світловими. Принципи роботи їх будуються на дії тепла, продуктів згоряння й ультрафіолетових променів.

**Теплові датчики** спрацьовують при температурі на 20–40 °C вище від можливої максимальної температури за звичайних умов. Серед них найбільш поширеними є біметалеві датчики, принцип дії яких базується на явищі термоелектрики. У провідниках, виконаних із різнорідних матеріалів, виникає термоелектрорушійна сила, якщо місця їх з'єднання тримати при різних температурах.

Для сигналізації про пожежу у вибухонебезпечних приміщеннях застосовують напівпровідникові датчики максимальної дії.

**Димові датчики** працюють на принципі дії продуктів горіння (диму) на електричний струм іонізаційної камери, що використовується як сповіщувач. Живлення датчика здійснюється постійним струмом напругою 220 В.

**Світлові датчики** працюють на принципі перетворення електромагнітного випромінювання відкритого полум'я в електричну енергію.

**Теплові датчики** контролюють 10–25 м<sup>2</sup> площі приміщення; **димові** – 30–100 м<sup>2</sup>; **світлові** – 400–600 м<sup>2</sup>. Їх закріплюють на стелі або підвішують на висоті 6–10 м.

Вибір пожежних сповіщувачів здійснюється залежно від характеристики виробництв, технологічних процесів, приміщень відповідно до Додатка К до ДБН В.2.5-13-98 «Пожежна автоматика будинків і споруд».

*Наприклад, пріоритетним у виробничих будівлях є автоматичний тепловий сповіщувач, а у спеціальних спорудах (приміщення електронно-обчислювальної техніки) – димовий.*

**Система протипожежного захисту** – це сукупність організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання дії на людей небезпечних факторів пожежі й обмеження збитку від неї.

**Основними напрямками** протипожежного захисту об'єкта є:

- обмеження розмірів та поширення пожежі, що досягається плануванням будівель і споруд з урахуванням вимог «Правил пожежної безпеки», правильним розміщенням виробничих цехів, приміщень, ділянок у межах будівлі, вибором будівельних конструкцій, встановленням протипожежних перешкод, влаштуванням систем пожежогасіння та ін.;

- обмеження розвитку пожежі. *Це перш за все обмеження кількості горючих речовин, що одночасно знаходяться в приміщенні, аварійне справляння горючих рідин та газів, своєчасне звільнення приміщень від залишків горючих матеріалів, а також застосування для пожежовибухонебезпечних речовин (матеріалів) спеціального устаткування;*

- створення умов для успішного гасіння пожежі.

У будівлях і спорудах з пожежонебезпечним виробництвом категорій А, Б, В встановлюють стаціонарні установки пожежогасіння, які можуть бути аерозольні (галогеновуглеводні), рідинні, водяні, парові, порошкоподібні. Найкраще зарекомендували себе **спринклерні системи**, що являють собою розгалужену мережу труб, прокладених по стелі, на яких закріплені спринклерні головки.

**Спринклерні системи** можуть бути водяні, повітряні (газові) і змішані. Вода або газ до труб потрапляє під тиском. Отвір у спринклерній головці закритий легкоплавким замком-клапаном, що розрахований на спрацювання при температурах 72, 93, 141 та 182 °С.

Площа змочування одним спринклером становить 9–2 м<sup>2</sup>, а інтенсивність подачі води – 0,1 л/с м<sup>2</sup>.

У приміщеннях з підвищеною пожежною небезпекою, в яких при пожежі можливе швидке розповсюдження вогню, застосовують **дренчерні системи**. Ці системи мають збуджувальний клапан групової дії, який контролює справність установки і ввімкнення її в дію.

**Дренчерні установки** подають воду на всю площу приміщення. В них замість спринклерних головок з легкоплавкими клапанами встановлені дренчери – відкриті зрошувальні головки без замків. подача води регулюється клапаном групової дії, який відкривається автоматично або вручну. Ці установки призначені як для гасіння пожежі, так і для створення водяних завіс з метою ізоляції вогню і запобігання його поширенню.

Відповідно до НАПБ Б 01.004-2000 «Правил технічного устаткування установок пожежної автоматики» керівники підприємств та уповноважені ними особи зобов'язані утримувати установки пожежної автоматики у справному стані.

У комплексі заходів, спрямованих на ліквідацію пожежі, що використовуються в системі протипожежного захисту, важливе значення має вибір найбільш раціональних способів та засобів припинення горіння згідно із ДБН В.2.5-13-98 «Пожежна автоматика будинків і споруд».

Серед **основних способів припинення горіння** слід вказати такі:

- охолодження зони горіння або речовин, що горять, нижче певних температур;
- ізоляція вогнища горіння від повітря;
- зниження концентрації кисню в повітрі шляхом розбавлення негорючими газами;
- хімічне гальмування (інгібування) швидкості реакцій окиснення (горіння) у полум'ї;
- механічний зрив полум'я сильним струменем води, порошку чи газу;
- створення умов вогнеперешкоди, за яких полум'я поширюється через вузькі канали, переріз яких менше діаметра, що гаситься.

Кожному способу припинення горіння відповідає конкретний вид вогнегасних речовин, які можна поділити на такі, що застосовуються для:

*охолодження горючих речовин або зони горіння* (вода, водні розчини, снігоподібна вуглекислота та інші);

*розбавлення повітря чи горючих речовин* (Карбон (IV) оксид, водяна пара, інертні гази та ін.);

*ізоляції горючих речовин або окисника від зони горіння (хімічна та повітряно-механічна піна, пісок та ін.);*

*хімічного гальмування реакції горіння (вогнегасні порошки, брометил, хладон та ін.).*

Вибір вогнегасної речовини та способу її подавання визначається умовами виникнення та розвитку пожежі.

Для гасіння легкозаймистих рідин досить часто застосовують *піну* – хімічну або повітряно-механічну.

**Хімічна піна** утворюється при взаємодії лужного та кислотного розчинів у присутності піноутворювача. Така піна утворюється в піногенераторах (ГПС) з пінопорошка та води.

Її **кратність** (відношення об'єму піни  $V_{\text{п}}$  до об'єму продуктів, з яких вона утворена) дорівнює 5, а **стійкість** (час, за який 50 % об'єму піни вернеться в рідку фазу) – до 40 хвилин.

**Повітряно-механічна піна** утворюється при механічному змішуванні *повітря* (90 %), *води* (9,4÷9,8 %) та *поверхнево-активної речовини*, що зменшує поверхневий натяг води піноутворювача (ПУ-1, ПУ-6 та інші, 0,2÷0,6 %). Повітряно-механічна піна буває низької кратності (до 10), середньої (10÷100) та високої (більше 100).

Стойкість повітряно-механічної піни є меншою ніж хімічної, вона залежить від типу піноутворювача та становить до 20 хвилин, причому із збільшенням кратності вона зменшується.

Всі технічні засоби та установки, що застосовуються для гасіння пожеж, поділяються на *стаціонарні, пересувні та первинні*.

## **Питання 6.**

### **Первинні засоби пожежегасіння.**

Ефективність застосування вогнегасника, в першу чергу, пов'язана з правильним вибором його типу залежно від класу пожежі, яку необхідно погасити. На кожному вогнегаснику наносяться символи класів пожеж, для гасіння яких він призначений.

Знання класів пожеж необхідне, щоб запобігти застосуванню вогнегасника для гасіння пожеж тих класів, для яких він не призначений.

Позначення класів пожеж та їх символів наведено в табл. 1.13 та 1.14.

*Вогнегасна речовина* – речовина, яка має фізико-хімічні властивості, що дозволяють створити умови для припинення горіння.

Таблиця 1.13 – Класи пожеж та їх характеристики

Позначення класу пожежі	Характеристика класу пожежі	Позначення підкласу пожежі	Характеристика підкласу пожежі
А	Горіння твердих речовин	А1	Горіння твердих речовин, що супроводжується тлінням (наприклад, дерева, паперу, соломи, вугілля, текстильних виробів)
		А2	Горіння твердих речовин, що не супроводжується тлінням (наприклад, пластмаси)
В	Горіння рідких речовин	В1	Горіння рідких речовин, що не розчиняються у воді (наприклад, бензину, ефіру, нафтового палива), а також зріджуваних твердих речовин (наприклад, парафіну)
		В2	Горіння рідких речовин, що розчиняються у воді (наприклад, спирту, метанолу, гліцерину)
С	Горіння газоподібних речовин	–	Горіння газоподібних речовин (наприклад, побутового газу, водню, пропану)
D	Горіння металів	D1	Горіння легких металів, за винятком лужних (наприклад, алюмінію, магнію та їх сплавів)
		D2	Горіння лужних та інших подібних металів (наприклад, натрію, калію)
		D3	Горіння металовмісних сполук (наприклад, металоорганічних сполук, гідридів металів)

Таблиця 1.14 – Символи класів пожеж

Клас пожежі	Символ класу пожежі	Клас пожежі	Символ класу пожежі
А		В	
С		Д	

*Вогнегасник* – технічний засіб, призначений для припинення горіння шляхом подавання вогнегасної речовини, що міститься в ньому, за масою і конструктивним виконанням придатний для транспортування і застосування людиною.

*Газ-витискувач* – стиснений або скраплений газ, а також газ, одержаний внаслідок хімічної реакції між компонентами заряду газогенерувального елемента, який забезпечує створення надлишкового тиску в корпусі вогнегасника і використовується для витиснення з нього вогнегасної речовини.

*Експлуатація вогнегасника* – стадія життєвого циклу вогнегасника, на якій реалізується, підтримується і відновлюється його працездатність.

*Примітка.* До стадій експлуатації вогнегасника відносяться: початок його експлуатації, зберігання, транспортування, очікування застосування за призначенням, застосування за призначенням, технічне обслуговування, а також завершення експлуатації.

*Життєвий цикл вогнегасника* – проміжок часу від виготовлення до завершення експлуатації вогнегасника, включаючи всі інші стадії.

*Технічне обслуговування вогнегасника* – комплекс операцій, спрямованих на перевірку вогнегасника та забезпечення його працездатності для очікування застосування за призначенням, транспортування і зберігання, або прийняття рішень щодо ремонту чи зняття його з експлуатації.

*Примітка.* До операцій технічного обслуговування відносяться: технічне діагностування, ремонт, перезарядження, технічне посвідчення.

*Ремонт вогнегасника* – комплекс операцій технічного обслуговування, спрямований на відновлення пошкоджених або зношених складальних частин вогнегасника з доведенням їх до працездатного стану, а також вогнегасника в цілому.

*Вогнегасники за способом транспортування* поділяються на: переносні (масою до 20 кг); пересувні (масою не менше 20, але не більш 270 кг); стаціонарні.

Пересувні вогнегасники можуть мати одну або більше ємкостей для зарядки вогнегасною речовиною, змонтованих на візку.

*За видом вогнегасної речовини* вогнегасники поділяються на: водяні (ВВ); водопінні (ВВП); водопінні аерозольні (ВВПА); порошкові (ВП); вуглекислотні (ВВК).

Цифра після позначення типу вогнегасника означає масу вогнегасної речовини у кілограмах, що міститься у його корпусі. Цифра після позначення аерозольного водопійного вогнегасника означає масу вогнегасної речовини в грамах, що міститься в його корпусі.

*Водяні вогнегасники за видом струменя поділяють на: з компактним струменем; з розпилим струменем (середній діаметр крапель більше 100 мкм); з дрібнодисперсним розпилим струменем (середній діаметр крапель менше 100 мкм).*

*Водопінні вогнегасники за параметрами формованого ними пінного потоку поділяють на: з генераторами піни низької кратності (кратність піни від 5 до 20 включно); з генераторами піни середньої кратності (кратність піни понад 20 до 200 включно).*

*За принципом витиснення вогнегасної речовини вогнегасники поділяють на: закачні; з балоном стисненого чи зрідженого газу.*

*За значенням робочого тиску вогнегасники поділяють:*

- вогнегасники низького тиску (робочий тиск до 2,5 МПа включно за температури навколишнього середовища  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ );*
- вогнегасники високого тиску (робочий тиск вище 2,5 МПа за тієї ж температури).*

*За видом запірно-пускового пристрою: пістолетного типу; вентильного типу.*

*За можливістю і способом відновлення технічного ресурсу вогнегасники підрозділяють на такі, що перезаряджаються і ремонтуються, і такі, що неперезаряджаються.*

Ефективність застосування вогнегасників суттєво залежить від знання та додержання персоналом і посадовими особами об'єктів норм належності, правил розміщення вогнегасників, їх своєчасного технічного обслуговування, володіння навичками безпосереднього застосування вогнегасників різних типів тощо.

### **Питання для самоконтролю**

1. Визначення понять «небезпека», «ризик».
2. Аксиома про потенційну загрозу.
3. Кількісна та якісна оцінка ризику.
4. Індивідуальний, соціальний та припустимий ризик.
5. Шкідливі та небезпечні фактори, які впливають на умови праці.
6. Параметри мікроклімату.
7. Енергетичні чинники, які впливають на здоров'я людини.
8. Види і системи освітлення, їхні переваги та недоліки.
9. Види світильників.
10. Причини ураження електричним струмом.
11. Види електротравм.
12. Визначення напруги дотиком та крокової напруги.
13. Види первинних засобів пожежогасіння.
14. Класифікація пожеж.

## 2. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

### Практичне заняття № 1

#### Кількісна оцінка ризику

**Мета** – набуття навичок кількісної оцінки ступеня ризику реалізації небезпечності обумовленого класу.

#### **Загальні положення**

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 багатопринципний характер, а її розвиток проходить через ланцюг подій. Варіанти причин та наступну мету подій можна передбачити, якщо створити систему на основі аналізу її структурної будови та можливих дій людини при обслуговуванні або управлінні технічною системою. Глибокий аналіз відмов технічних систем та можливих помилкових дій людини сприяє підвищенню безпеки (зниженню ризику реалізації небезпеки) за рахунок впровадження у систему захисних та обмежувальних засобів, а також за рахунок підвищення вимог до професійної підготовки інженерів та службовців.

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.

Відносно повну (цілковиту) безпеку гарантує тільки перший варіант взаємного положення зон небезпеки 2 та перебування людини 3 – це дистанційне управління, нагляд та ін. (рис. 2.1) При другому варіанті небезпека існує тільки в разі суміщення зон 2 і 3. Оскільки людина в цій загальній зоні знаходиться короткочасно

(огляд, дрібний ремонт та ін.), то і небезпека існує тільки в цей період; в третьому варіанті небезпека може бути реалізована в будь-який момент, а в четвертому – тільки при порушенні функціональної цілості засобів захисту.

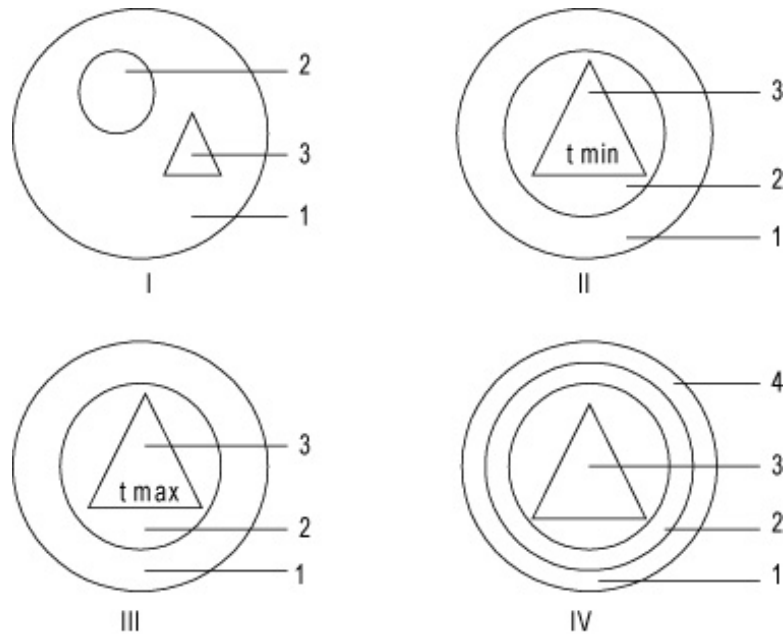


Рисунок 2.1 – Варіанти взаємного положення середовища проживання 1, зони небезпеки 2, зони перебування людини 3 та зони дії захисних засобів 4:

I – безпечна ситуація; II – ситуація короткочасної або локальної небезпеки; III – небезпечна ситуація; IV – умовно безпечна ситуація

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 економіч-

но обґрунтований – з іншого. За статистичними даними зарубіжних авторів припустимий ризик складає  $n \cdot 10^{-6} \div n \cdot 10^{-8}$ .

Для розробки ефективних засобів безпеки необхідно дати кількісну оцінку ступеня ризику.

*Небезпека – це негативна властивість системи «людина – середовище проживання», здатна спричинити шкоду та обумовлена енергетичним станом середовища і діями людини.*

### ***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.

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.

### ***Порядок проведення роботи***

Користуючись цим навчальним посібником, ознайомитись з природою походження небезпек, умовами реалізації негативної дії небезпеки на людину, кількісною оцінкою ступеня ризику.

Одержати у викладача індивідуальне завдання на розрахунок індивідуального ризику.

Після виконання завдання і перевірки його викладачем обговорити виконану роботу і підвести підсумки.

## **ЗАВДАННЯ** **для розрахунку індивідуального ризику**

### **В а р і а н т 1**

Визначити ризик травмування людини на виробництві в країні у 2013 році, якщо відомо, що в цілому в народному господарстві було травмовано 65 000 чол., а кількість працюючих становить 15 000 000 чол.

### **В а р і а н т 2**

Визначити ризик загибелі людини на виробництві в країні, якщо відомо, що в 2013 році внаслідок нещасних випадків на виробництві загинуло 1900 чол. Кількість працюючих становить 15 000 000 чол.

### **В а р і а н т 3**

Щорічно в країні внаслідок різних небезпек гине близько 127,5 тис. чол.

Беручи кількість населення країни 46 000 000 чол., визначити ризик проживання в країні.

Порівняти одержані дані з ризиком проживання людини в минулому, якщо відомо, що в результаті дії різних небезпек гинуло близько 500 000 чол. при кількості населення країни 300 млн чол.

### **В а р і а н т 4**

Визначити тенденцію у величині ризику проживання людини в області, якщо відомо, що в 2013 році було смертельно травмовано внаслідок невиробничого травматизму 5279 чол., а в 2012 році – 4742 чол., при загальній кількості мешканців в області 3 млн чол.

### **В а р і а н т 5**

Визначити індивідуальний ризик, пов'язаний з дорожньо-транспортними подіями в області, якщо відомо, що в 2013 році в ДТП загинуло 359 чол. при загальній кількості населення в області 3 млн чол.

#### В а р і а н т 6

Порівняти індивідуальний ризик травмування електричним струмом серед мешканців в області, беручи до уваги кількість населення області 3 млн чол., якщо відомо, що в 2012 році загинуло 97 чол., а в 2013 році – 46 чол.

#### В а р і а н т 7

Визначити ризик загибелі за рік від нещасних випадків, пов'язаних з експлуатацією транспортних засобів, якщо щорічно в минулому гинуло 63 тис. чол. Кількість населення країни була 300 млн чол.

#### В а р і а н т 8

Визначити ризик загибелі людини за рік від нещасних випадків на виробництві, якщо щорічно в минулому від примусової смерті гинуло 287 тис. чол. Кількість населення країни була 300 млн чол.

#### В а р і а н т 9

Визначити ризик загибелі людини за рік від нещасних випадків на виробництві в країни, якщо відомо, що в 2012 році загинуло 8,2 тис. чол. Кількість працюючих на виробництві 25 млн чол.

#### В а р і а н т 10

Визначити ризик загибелі людини на виробництві за рік в світі, якщо відомо, що щорічно в світі гине 200 тис. чол. Кількість працюючих на виробництві 2,4 млрд чол.

#### В а р і а н т 11

Визначити індивідуальний ризик, обумовлений отруєнням, якщо відомо, що в окремій області внаслідок отруєнь в 2013 році постраждало 1120 чол. при загальній кількості населення 2997,9 тис. чол.

#### В а р і а н т 12

Визначити індивідуальний ризик травмування людини в місті внаслідок падіння, беручи до уваги, що щорічно отримують травми 10 тис. чол. при загальній кількості 1 510 млн чол.

#### В а р і а н т 13

Визначити ризик загибелі людини на виробництві в 2013 році в країні, якщо відомо, що в 2013 році загинуло 14,5 тис. чол., кількість працюючих на виробництві 138 млн чол.

#### В а р і а н т 14

Визначити ризик загибелі людини за рік на виробництві в машинобудуванні, якщо відомо, що в 2012 році загинуло 400 чол. при загальній кількості працюючих 2,3 млн чол.

#### В а р і а н т 15

Визначити індивідуальний ризик травмування людини в минулому на виробництві, якщо відомо, що в 2010 році одержало травми 677 тис. чол., кількість працюючих на виробництві 138 млн чол.

#### В а р і а н т 16

Визначити індивідуальний ризик травмування людини на виробництві в машинобудуванні, якщо відомо, що в 2008 році одержали травми 58,6 тис. чол. при загальній кількості працюючих 2,3 млн чол.

#### В а р і а н т 17

Визначити ризик травмування людини в минулому під час експлуатації транспортних засобів, якщо відомо, що в 2011 році одержали травми 350 тис. чол. при загальній кількості населення 300 млн чол.

#### В а р і а н т 18

Визначити індивідуальний ризик, обумовлений отриманням професійних захворювань, беручи до уваги, що в США в 2010 році одержало професійні захворювання 400 тис. чол. при загальній кількості працюючих 120 млн чол.

#### В а р і а н т 19

Визначити індивідуальний ризик стати інвалідом з праці в минулому, якщо відомо, що в 2010 році близько 25 тис. працюючих стали ними. Кількість працюючих на виробництві 138 млн чол.

#### В а р і а н т 20

Визначити ризик загибелі людини від екологічних захворювань, якщо відомо, що від екологічних захворювань на земній кулі щорічно помирає 1,6 млн чол. при загальній кількості населення 4,8 млрд чол.

### В а р і а н т 21

Визначити індивідуальний ризик, обумовлений отруєнням, якщо відомо, що кількість отруень з летальним кінцем на виробництві та в побуті в 2000 році в минулому досягла 50 тис. при загальній кількості населення 300 млн чол.

### В а р і а н т 22

Визначити ризик загибелі та травмування людини при пожежі, якщо відомо, що під час пожеж в минулому в 2000 році загинуло 8,5 тис. чол., одержали травми більше 10 тис. чол. при загальній кількості населення країни 300 млн чол.

### В а р і а н т 23

Визначити ризик загибелі та травмування людини внаслідок стихійних явищ, якщо відомо, що стихійні явища в 2010 році призвели до загибелі 250 тис. чол. та наразили на небезпеку життя близько 25 млн чол. при загальній кількості населення на земній кулі 4,8 млрд чол.

### В а р і а н т 24

Визначити ризик загибелі людини внаслідок землетрусів в світі, якщо відомо, що в 2012 році внаслідок землетрусів в світі загинуло більше 52 тис. чол. при загальній кількості населення 4,8 млрд чол.

### В а р і а н т 25

Визначити ризик загибелі людини при пожежі в країні та в області, якщо відомо, що під час пожеж в 2010 році загинуло в країні 1200 чол., в області 149 чол. при кількості населення країни 46,3 млн чол., в області 2997,9 тис. чол.

### В а р і а н т 26

Визначити індивідуальний ризик травмування людини в місті внаслідок пожеж, якщо відомо, що в 2013 році було травмовано 85 чол. при загальній кількості населення 1,51 млн чол.

### В а р і а н т 27

Визначити ризик травмування людини в області на виробництві, якщо відомо, що в 2013 році одержали травми 1388 чол. при загальній кількості працюючих 1 млн чол.

### В а р і а н т 28

Визначити індивідуальний ризик для мешканця  $A$ , що мешкає в місті  $N$  кількістю 1,51 млн чол. Статистичні дані за 10 років свідчать про те, що за цей час з числа мешканців міста загинуло 60 тис. чол., одержали травми 120 тис. чол.

Мешканець міста  $N$  *40 годин* на тиждень працює в місті, *4 тижні* на рік виїжджає на відпочинок, *3 тижні* кожного року буває у відрядженнях, *56 днів* на рік працює на дачі, а решту часу знаходиться в місті.

### В а р і а н т 29

Визначити індивідуальний ризик для мешканця  $A$ , що мешкає в селі, в якому 200 мешканців. З числа мешканців села за 10 років 5 чол. загинуло і 50 чол. одержали травми.

Мешканець  $A$  *40 годин* на тиждень працює в найближчому місті  $N$ , *4 тижні* на рік виїжджає з села на відпочинок, *2 тижні* кожного року буває у відрядженнях, *56 днів* на рік працює на дачі, а решту часу знаходиться у селі.

### В а р і а н т 30

Визначити індивідуальний ризик для мешканця  $A$ , що мешкає в місті  $N$  кількістю 2,3 млн чол. Статистичні дані за 10 років свідчать про те, що за цей час з числа мешканців міста загинуло 58 тис. чол., одержали травми 134 тис. чол.

Мешканець міста  $N$  *40 годин* на тиждень працює в місті, *4 тижні* на рік виїжджає на відпочинок, *3 тижні* кожного року буває у відрядженнях, *56 днів* на рік працює на дачі, а решту часу знаходиться в місті.

### В а р і а н т 31

Визначити індивідуальний ризик для мешканця  $A$ , що мешкає в селі, в якому 560 мешканців. З числа мешканців села за 10 років 12 чол. загинуло і 69 чол. одержали травми.

Мешканець  $A$ , *40 годин* на тиждень працює в найближчому місті  $N$ , *4 тижні* на рік виїжджає з села на відпочинок, *2 тижні* кожного року буває у відрядженнях, *56 днів* на рік працює на дачі, а решту часу знаходиться у селі.

### В а р і а н т 32

Визначити індивідуальний ризик для мешканця  $A$ , що мешкає в місті  $N$  з кількістю мешканців 2,41 млн чол. Статистичні дані за

10 років свідчать про те, що за цей час з числа мешканців міста загинуло 76 тис. чол., одержали травми 201 тис. чол.

Мешканець міста  $N$  40 годин на тиждень працює в місті, 4 тижні на рік виїжджає на відпочинок, 3 тижні кожного року буває у відрядженнях, 56 днів на рік працює на дачі, а решту часу знаходиться в місті.

### В а р і а н т 33

Визначити індивідуальний ризик для мешканця А, що мешкає в селі, в якому 768 мешканців. З числа мешканців села за 10 років 12 чол. загинуло і 83 чол. одержали травми.

Мешканець А 40 годин на тиждень працює в найближчому місті  $N$ , 4 тижні на рік виїжджає з села на відпочинок, 2 тижні кожного року буває у відрядженнях, 56 днів на рік працює на дачі, а решту часу знаходиться у селі.

## Практичне заняття № 2

### Розрахунок природного освітлення

**Мета** – розрахувати площу світлових прорізів або ліхтарів для забезпечення нормованого значення коефіцієнта природної освітленості КПО для даного виду зорових робіт. Порівняти розрахункову площу світлових прорізів з фактичною.

#### Загальні положення

Для створення гігієнічно раціонального освітлення на виробництві до нього пред'являються певні вимоги, що відбивають як кількісні, так і якісні характеристики. **Кількісний показник** – освітленість робочої поверхні  $E$  в люксах оцінюється поверхневою щільністю світлового потоку, лк,

$$E = \frac{\Phi}{S}, \quad (1)$$

де  $\Phi$  – світловий потік, що падає на робочу поверхню, лм;  $S$  – площа робочої поверхні,  $m^2$ .

До гігієнічних вимог, що відбивають якість виробничого освітлення, належать такі показники:

- рівномірний розподіл яскравості у полі зору й обмеження тіней;
- обмеження прямої і відбитої блискості.

У виробничих приміщеннях використовується три види освітлення: природне, штучне і поєднане (характеризується одночасним поєднанням природного і штучного освітлення).

Природне освітлення створюється природними джерелами: прямими сонячними променями і дифузійним (розсіяним) світлом небозводу. Інтенсивність і спектральний склад природного освітлення змінюються залежно від географічної широти, часу доби, ступеня хмарності і прозорості атмосфери, ступеня забруднення атмосферного повітря, періоду року. Цей вид освітлення біологічно найбільш цінний, до нього максимально пристосоване око людини. Дія природного освітлення визначається високою інтенсивністю світлового потоку і сприятливим спектральним складом.

Залежно від конструктивного виконання і розташування прорізів для пропускання світла природне освітлення підрозділяється на: *бічне*, якщо світлові прорізи (вікна) розташовані в зовнішніх стінах; *верхнє*, якщо світлові прорізи розташовані в перекритті; верхнє освітлення здійснюється і через ліхтарі – спеціальні будівельні конструктивні деталі на дахах або у місцях перепаду висот суміжних будинків; *комбіноване* – поєднання верхнього і бічного освітлення.

Природне освітлення верхнім чи комбінованим світлом забезпечує більшу рівномірність рівня освітленості, ніж бічне. При застосуванні тільки бічного освітлення створюється висока освітленість поблизу світлових прорізів і низька в глибині цеху, і при цьому можливе утворення тіней від обладнання великих розмірів.

Основною величиною для розрахунку і нормування природного освітлення є **коефіцієнт природної освітленості (КПО)  $e$** , що визначається відношенням освітленості  $E_v$ , створюваної в деякій точці (рис. 2.2) заданої площини усередині приміщення світлом неба (безпосереднім чи після відбиття), до одночасного значення зовнішньої горизонтальної освітленості  $E_3$ , створюваної світлом цілком відкритого небозводу:

$$e = \frac{E_v}{E_3} \cdot 100 \%. \quad (2)$$

На величину КПО впливають розмір і конфігурація приміщення, розміри і розташування світлових прорізів, здатність внутрішніх поверхонь приміщення та об'єктів, що його затінюють, відбивати світловий потік.

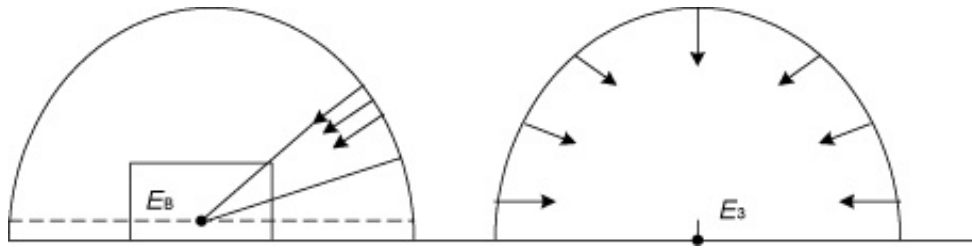


Рисунок 2.2 – Схема визначення коефіцієнта природної освітленості:

$E_v$  – освітленість усередині приміщення в точці O;

$E_z$  – зовнішня освітленість

Світловий потік, що падає на поверхню, частково відбивається, поглинається або пропускається крізь освітлюване тіло. Тому світлові властивості освітлюваної поверхні характеризуються не тільки величиною світлового потоку, що падає на неї, але і коефіцієнтами відбиття  $\rho$ , пропущення  $\gamma$  і поглинання  $\alpha$ , причому у всіх випадках

$$\rho + \gamma + \alpha = 1. \quad (3)$$

Коефіцієнт відбиття  $\rho$  визначається як відношення світлового потоку  $\Phi_{\text{відб}}$ , відбитого від поверхні, до світлового потоку, що падає на неї  $\Phi_{\text{пад}}$ :

$$\rho = \frac{\Phi_{\text{відб}}}{\Phi_{\text{пад}}}. \quad (4)$$

Таким чином, коефіцієнт відбиття характеризує здатність поверхні відбивати світловий потік, що падає на неї. Відбиття світлового потоку поверхнями залежить від їхнього забарвлення, стану і структури.

Середньозважений коефіцієнт відбиття поверхонь (стелі, стін, підлоги) може бути підрахований за формулою:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_1 \cdot S_1 + \rho_2 \cdot S_2 + \dots + \rho_n \cdot S_n}{\sum S}, \quad (5)$$

де  $S_1 \dots S_n$  – площа поверхонь, для яких визначаються коефіцієнти відбиття;  $\rho_1 \dots \rho_n$  – коефіцієнти відбиття для різних поверхонь.

Природне освітлення нормується ДБН В.2.5-28-2006 відповідно до таблиць 1, 2 чи додатку К.

Розряд і характеристика зорової роботи встановлюються за найменшим розміром об'єкта розрізнення.

При *бічному* природному освітленні мінімальне значення КПО нормується:

- при *однобічному* – у точці, розташованій на відстані 1 м від стіни, найбільш віддаленій від світлових прорізів (так звана розрахункова точка) (рис. 2.2);

- при *двобічному* – у точці посередині приміщення на перетинанні вертикальної площини характерного розрізу приміщення (наприклад, посередині приміщення по осі вікон або між ними) і умовної робочої поверхні\* (чи підлоги).

*Примітка.* \* Умовна робоча поверхня приміщення – це горизонтальна площина, що знаходиться на висоті 0,8–1 м над рівнем підлоги.

При *верхньому* або *комбінованому* освітленні нормується середнє значення КПО в точках, розташованих на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення й умовної робочої поверхні (або підлоги).

Середнє значення КПО визначається за формулою

$$e_{\text{ср}} = \frac{1}{n-1} \left( \frac{e_1}{2} + e_2 + e_3 + \dots + \frac{e_n}{2} \right), \quad (7)$$

де  $N$  – кількість точок, у яких визначаються КПО (перша й остання точки вибираються на відстані 1 м від поверхні зовнішніх стін чи перегородок);  $e_1, e_2, \dots, e_N$  – значення КПО при верхньому чи комбінованому освітленні в точках характерного розрізу приміщення.

Для забезпечення нормованого значення КПО при *боковому* освітленні необхідна сумарна площа світлових прорізів залежно від площі підлоги становить:

$$S_{\text{в}} = \frac{e_{\text{н}}}{100\text{м}} \cdot \frac{\kappa_3 \eta_{\text{в}} \kappa_{\text{буд}}}{\tau_0 r_1} \cdot S_{\text{п}}; \quad (8)$$

при *верхньому* освітленні

$$S_{\text{л}} = \frac{e_{\text{н}}}{100\text{м}} \cdot \frac{\kappa_3 \eta_{\text{л}}}{\tau_0 r_2 K_{\text{л}}} \cdot S_{\text{п}}, \quad (9)$$

де  $e_{\text{н}}$  – нормоване значення КПО;

$S_{\text{в}}, S_{\text{л}}$  – площа світлових прорізів (у світлі) при бічному і верхньому освітленні відповідно, м<sup>2</sup>;

$S_{\text{п}}$  – площа підлоги приміщення, м<sup>2</sup>;

$\eta_{\text{в}}, \eta_{\text{л}}$  – коефіцієнти, що враховують світлову активність вікон і ліхтарів, визначаються табл. Л.2, Л.3 або Л.4;

$m$  – коефіцієнт світового клімату світлового різну, який визначається за табл. Л.1 і рис. Л.1;

$K_6$  – коефіцієнт, що враховує затінювання вікон протилежним будинками, який визначається табл. Л.6;

$K_3$  – коефіцієнт запасу, який враховує зниження освітленості в процесі експлуатації, скління і залежить від концентрації шкідливостей у повітряному середовищі робочої зони та розташування світлопропускаючого матеріалу (табл. 3 перша редакція);

$K_L$  – коефіцієнт, що враховує тип ліхтаря, який визначається за табл. Л.5;

$r_1, r_2$  – коефіцієнти, що розраховують підвищення КПО за рахунок світла, відбитого від внутрішніх поверхонь приміщень, які визначаються за табл. Л.7 або Л.8;

$\tau_0$  – загальний коефіцієнт світлопропускання, визначений за формулою:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (10)$$

де  $\tau_1$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у світлопропускаючому матеріалі (табл. Л.9);

$\tau_2$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла в плетіннях світлових прорізів, який розраховується за формулою:

$$\tau_2 = S_B - S_p / S_B,$$

де  $S_B$  – те саме, що і в формулі (1);  $S_p$  – площа частини світлопрорізу, що затінює рамою.

$\tau_3$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла в несучих конструкціях (при боковому освітленні  $\tau_3 = 1$ ) (табл. Л.10);

$\tau_4$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях (табл. Л.11), за відсутності сонцезахисних пристроїв  $\tau_4 = 1$ ;

$\tau_5$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла в захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями, прийнятий рівним  $\tau_5 = 0,9$ , інакше –  $\tau_5 = 1$ ;

Значення величин, що входять у формули (8)–(10), приймаються за ДБН В 2.5-28-2006 зміна № 2.

За розрахунковою площею світлових прорізів визначають їх розмір.

При обраних світлових прорізах дійсні значення КПО в різних точках усередині приміщення розраховуються з використанням графічного методу А. М. Данилюка.

### Методика й алгоритм розрахунку

1. Визначити нормоване значення КПО  $e_n$  для виконуваної зорової роботи і занести в табл. 2.1.
2. За формулою (6) обчислити значення  $e_n$  для даного світлового клімату [11] і занести в табл. 2.1.
3. Визначити площу підлоги виробничого приміщення. Отримане значення занести в табл. 2.1.
4. Вибрати коефіцієнти  $\tau_0$ ,  $r_1$ ,  $K_6$ ,  $K_3$  [1] і занести їх в табл. 2.1.
5. Розрахувати необхідну (розрахункову) площу світлових прорізів для даного виробничого приміщення за формулами (8)–(9). Результати розрахунків занести в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані і результати розрахунку площі світлових прорізів

Вид освітлення	$S_{пз}$ , м <sup>2</sup>	$e_n$ , %	$\eta_v$	$K_3$	$K_6$	$r_1$	$\tau_3$	Площа світлових прорізів, м <sup>2</sup>
----------------	------------------------------	--------------	----------	-------	-------	-------	----------	--

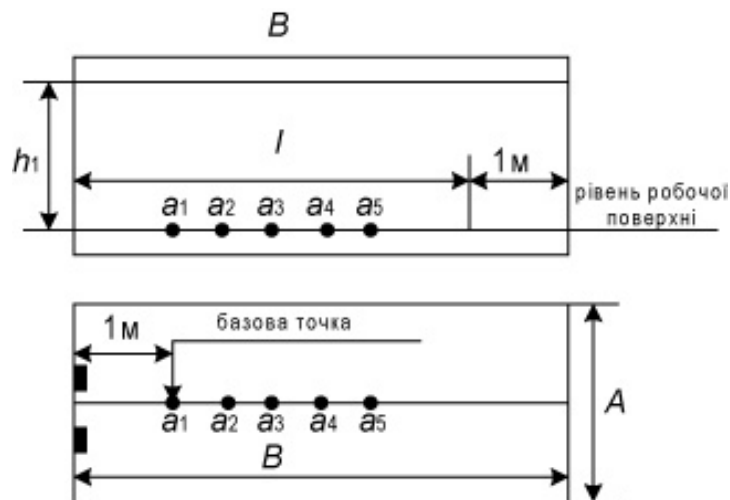


Рисунок 2.3 – Характерний поперечний розріз і план приміщення для розрахунку коефіцієнта природної освітленості при бічному освітленні:  $B$  – глибина приміщення;  $A$  – довжина приміщення;  $h_1$  – висота верху вікна над робочою поверхнею;  $l$  – відстань розрахункової точки від зовнішньої стіни

6. Визначити необхідну кількість світлових прорізів і їх розміри.
7. Порівняти розрахункову площу світлових прорізів  $S_{пр}$  з фактичною  $S_v$ , а також розрахункову кількість вікон з наявними в приміщенні. Зробити відповідні висновки.

## Практичне заняття № 3

### Розрахунок штучного освітлення

**Мета роботи** – вивчити методику і виконати розрахунок штучного освітлення виробничого приміщення відповідно до індивідуального завдання.

#### Методичні вказівки до розрахунку штучного освітлення

У процесі виконання розрахункової частини необхідно:

- а) вибрати систему освітлення, джерело світла, тип світильника для заданої ділянки робочого приміщення;
- б) зробити розрахунок загального освітлення робочого приміщення.

Мета розрахунку загального освітлення – визначити кількість світильників, необхідних для забезпечення  $E_{\min}$ , і потужність освітлювальної установки, необхідної для забезпечення в цеху нормованої освітленості. Нижче наведено розрахунок загального освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку.

При розрахунку за зазначеним методом необхідний світловий потік однієї лампи визначається за формулою

$$\Phi_{\text{Л}} = \frac{E_{\min} \cdot k \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta}, \quad (1)$$

або кількість світильників:

$$N = \frac{E_{\min} \cdot k \cdot S \cdot Z}{\Phi_{\text{Л}} \cdot n \cdot \eta}, \quad (2)$$

де  $E_{\min}$  – мінімальна нормована освітленість, лк;  $k$  – коефіцієнт запасу;  $S$  – освітлювана площа, м<sup>2</sup>;  $Z$  – коефіцієнт мінімальної освітленості (коефіцієнт нерівномірності освітлення);  $n$  – кількість ламп у світильнику;  $\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку в частках одиниці.

Потужність освітлювальної установки  $P$  визначається з виразу:

$$P = nNP_i, \quad (3)$$

де  $P_i$  – споживана потужність однієї лампи, кВт.

#### Алгоритм розрахунку

Розрахунок загального освітлення рекомендується виконувати в такій послідовності:

1. Вибрати систему освітлення.
2. Обґрунтувати нормовану освітленість на робочих місцях заданого об'єкта.
3. Вибрати економне джерело світла.
4. Вибрати раціональний тип світильника.
5. Оцінити коефіцієнт запасу освітленості  $k$  і коефіцієнт нерівномірності освітлення  $Z$ .
6. Оцінити коефіцієнти відбиття поверхонь у приміщенні (стелі, стін, підлоги).
7. Розрахувати індекс приміщення  $i$ .
8. Знайти коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta$ .
9. Розрахувати необхідну кількість світильників  $N$  чи світловий потік лампи  $\Phi_{\text{л}}$ , що необхідні для забезпечення на об'єкті нормованої освітленості  $E_{\text{min}}$ .
10. Виконати ескіз розташування світильників на плані приміщення із зазначенням розмірів.

### **Принципи вибору основних елементів, необхідних для розрахунку**

#### ***1. Вибір системи освітлення***

У цій роботі розглядається тільки робоче освітлення, яке може бути загальним і комбінованим. Застосування у виробничих приміщеннях тільки місцевого освітлення заборонено.

Вибір системи освітлення залежить насамперед від такого найважливішого фактора, як точність виконуваних зорових робіт (найменший розмір об'єкта розрізнення). Відповідно до діючих норм при виконанні робіт I – IV розрядів слід застосовувати систему комбінованого освітлення.

У механічних, інструментальних, складальних й інших цехах, як правило, застосовують систему комбінованого освітлення, у ливарних, гальванічних та подібних ним цехах – систему загального освітлення.

Вибір системи освітлення проводиться одночасно з вибором нормованої освітленості.

#### ***2. Вибір нормованої освітленості***

Кількісні і якісні показники штучного освітлення визначають відповідно до діючих норм.

Як кількісна характеристика освітленості прийнята найменша освітленість робочої поверхні  $E_{\text{min}}$ , що залежить від розряду зоро-

вих робіт, фону і контрасту об'єкта з фоном і системою освітлення. Розряд зорових робіт визначається мінімальним розміром об'єкта розрізнення, тобто розміром предмета, його частини або дефекту на ньому, які необхідно знайти чи розрізнити в процесі виробничої діяльності.

Якісні показники освітлення (коефіцієнт пульсації і показник осліплення) у даній роботі не розглядаються.

Можна прийняти значення  $E_{\min}$  для точних робіт III розряду 300–500 лк, для робіт середньої точності IV розряду – 150–300 лк, для робіт малої точності V розряду – 100–150 лк. Менше значення освітленості в кожному розряді – для світлого фону і великого контрасту, більше – для темного фону і малого контрасту.

### **3. Вибір джерел світла**

Визначальними параметрами при виборі економного джерела світла є будівельні параметри, архітектурно-планувальне рішення, стан повітряного середовища, питання дизайну й економічні міркування.

Проектуючи освітлення, конструктор завжди приймає компромісне рішення.

**Лампи розжарювання** – малоекономічні, мають світловіддачу 7–26 лм/Вт, викривлений спектр випромінювання, при роботі сильно нагріваються. Але, з іншого боку, вони мають низьку вартість, прості в експлуатації і можуть бути рекомендовані для приміщень з тимчасовим перебуванням людей, для побутових приміщень тощо.

Основною перевагою люмінесцентних ламп є їх висока світловіддача, до 75 лм/Вт, і термін служби до 10 000 год, гарна передача кольору, низька температура. Однак вони дорогі, обслуговуватися повинні фахівцями, мають складну пускову апаратуру, іноді шумлять, мигають, при їх утилізації виникають проблеми.

У приміщеннях висотою до 6 м рекомендується застосовувати люмінесцентні лампи.

У виробничих приміщеннях висотою 7–12 м доцільно застосовувати лампи типу ДРЛ, тому що вони більш потужні і мають високу світловіддачу, до 90 лм/Вт.

Перспективними є металогалогенні лампи високого тиску типу МГЛ.

Остаточний вибір джерел світла повинен здійснюватися одночасно з вибором типу світильника, частиною якого він є.

#### 4. Вибір світильника

Вибір світильників загального освітлення здійснюється з урахуванням світлотехнічних, економічних вимог, умов повітряного середовища.

Існує класифікація світильників за світлорозподілом: *прямого світла, переважно прямого, розсіяного, переважно відбитого і відбитого*.

Крім цього, існують світильники з різними кривими сили світла: концентрованою, глибокою, косинусною, напівширокою, широкою, рівномірною і синусною.

Відповідно до Держстандарту світильники класифікують за ступенем захисту від пилу, води і вибуху.

За конструктивним виконанням розрізняють сім експлуатаційних груп світильників.

Через надзвичайну розмаїтість світильників конкретний вибір слід робити з урахуванням порад фахівців з енергетики, економістів, дизайнерів, а також вимог щодо охорони праці.

#### 5. Коефіцієнт запасу

*Коефіцієнт запасу  $k$*  враховує запиленість приміщення, зниження світлового потоку ламп у процесі експлуатації. Значення коефіцієнта  $k$  наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Значення коефіцієнта  $k$

Показники приміщення	Приміщення	Коефіцієнт запасу $k$	
		газорозрядні лампи	лампи розжарювання
Запиленість понад $5 \text{ мг/м}^3$	Цементні заводи, ливарні цехи та ін.	2	1,7
Дим, кіптява $1-5 \text{ мг/м}^3$	Ковальські, зварювальні цехи та ін.	1,8	1,5
Менше $1 \text{ мг/м}^3$	Інструментальні, складальні цехи	1,5	1,3
Значна концентрація парів кислот і лугів	Цехи хімічних заводів, гальванічні цехи	1,8	1,5
Запиленість значно менше $1 \text{ мг/м}^3$ , відсутність парів кислот і лугів	Житлові, адміністративні, офісні і подібні приміщення	1,2	1,1

## 6. Коефіцієнт мінімальної освітленості $Z$

Коефіцієнт мінімальної освітленості  $Z$  характеризує нерівномірність освітлення. Він є функцією багатьох змінних, точне його визначення складне, але найбільшою мірою він залежить від відношення відстані між світильниками до розрахункової висоти ( $L/h$ ) (рис. 2.4).

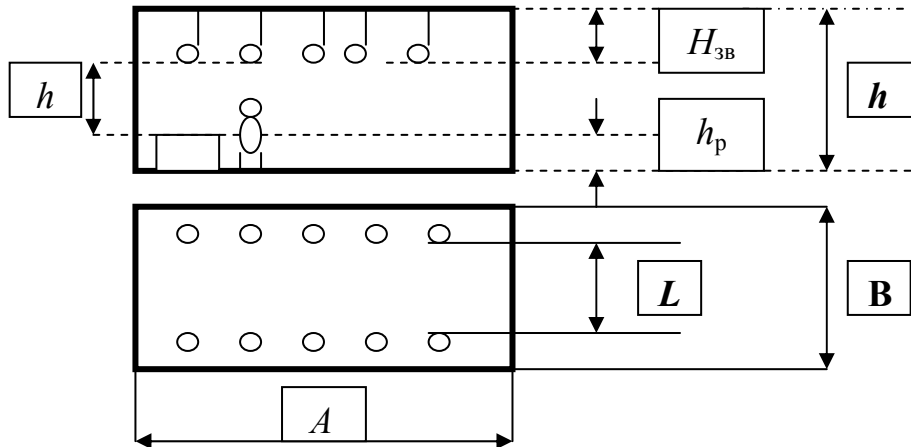


Рисунок 2.4 – Схема розташування світильників у приміщенні

При розташуванні світильників у лінію (ряд), якщо витримане найвигідніше відношення  $L/h$ , рекомендується приймати  $Z = 1,1$  для люмінесцентних ламп і  $Z = 1,15$  для ламп розжарювання і ламп типу ДРЛ.

## 7. Коефіцієнт використання світлового потоку

Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку  $\eta$  знаходять індекс приміщення  $i$  і передбачувані коефіцієнти відображення поверхонь приміщення: стелі  $\rho_c$ , стін  $\rho_{ст}$ , підлоги  $\rho_{п}$ .

Зазвичай для світлих адміністративних приміщень:

$$\rho_c = 70 \%, \quad \rho_{ст} = 50 \%, \quad \rho_{п} = 30 \%;$$

Для виробничих приміщень з незначними пиловиділеннями:

$$\rho_c = 50 \%, \quad \rho_{ст} = 30 \%, \quad \rho_{п} = 10 \%;$$

Для запилених виробничих приміщень:

$$\rho_c = 30 \%, \quad \rho_{ст} = 10 \%, \quad \rho_{п} = 10 \%.$$

Індекс приміщення  $i$  визначається за формулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (4)$$

де  $A$ ,  $B$ ,  $h$  – довжина, ширина і розрахункова висота (висота підвісу світильника над робочою поверхнею) приміщення, м (рис. 2.4);

$$h = H - h_{зв} - h_p \quad (5)$$

де  $H$  – геометрична висота приміщення;  $h_{зв}$  – висота звисання світильника. Зазвичай  $h_{зв} = 0,2 \dots 0,8$  м;  $h_p$  – висота робочої поверхні,  $h_p = 0,8 \dots 1,0$  м.

Коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta$  є складною функцією, що залежить від типу світильника, індексу приміщення, коефіцієнта відображення стелі стін і підлоги. Для найбільш поширених світильників з люмінесцентними лампами коефіцієнт  $\eta$  може бути визначений з табл. 2.3. Проміжні значення коефіцієнта використання знаходяться методом *інтерполяції*. При заданому  $\Phi_{л}$ , тобто якщо відомо, які лампи будуть використовуватися, знаходимо  $N$ , тобто скільки світильників треба застосувати.

При заданому  $N$  чи  $n$ , визначаємо  $\Phi_{л}$ . За знайденим  $\Phi_{л}$  вибирають найближчу, стандартну лампу в межах допусків  $-10 \div +20$  %.

Таблиця 2.3 – Значення коефіцієнта використання  $\eta$  для світильників з люмінесцентними лампами, %

$i$	$\rho_{п}, \% 70$	50	30
	$\rho_{с}, \% 50$	30	10
	$\rho_{р}, \% 30$	10	10
0,5	28	21	18
1,0	49	40	36
3,0	73	61	58
5,0	80	67	65

В табл. 2.4 наведено розрахункові значення світлового потоку найбільш розповсюджених джерел світла  $\Phi_{л}$ .

Таблиця 2.4 – Розрахункові значення світлового потоку найбільш розповсюджених джерел світла  $\Phi_{л}$

Тип лампи	$\Phi_{л}, \text{лм}$	Тип лампи	$\Phi_{л}, \text{лм}$	Тип лампи	$\Phi_{л}, \text{лм}$
ЛДЦ 40-4	1995	ЛДЦ 80-4	3380	ДРЛ 80	3200
ЛД 40-4	2225	ЛД 80-4	3865	ДРЛ 250	11000
ЛХБ 40-4	2470	ЛХБ 80-4	4220	ДРЛ 1000	50000
ЛТБ 40-4	2450	ЛТБ 80-4	4300	ДРИ 250	18700
ЛБ 40-4	2850	ЛБ 80-4	4960	ДРИ 400	32000
ЛХБЦ 40-1	2000			ДРИ 1000	90000

### 3. ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

#### Перелік теоретичних питань

##### *Безпека життєдіяльності*

1. Вплив факторів навколишнього середовища на безпеку діяльності.
2. Політичні конфлікти та безпека життєдіяльності.
3. Роль біоритмів людини в забезпеченні її життєдіяльності.
4. Психологічні причини свідомого порушення виконавцями вимог безпеки.
5. Сучасний стан безпеки життєдіяльності.
6. Визначення поняття безпеки. Основні положення.
7. Основні положення безпеки життєдіяльності.
8. Система «людина – життєве середовище» та її компоненти.
9. Аксіоми про потенційну небезпеку діяльності людини.
10. Система управління безпекою життєдіяльності в Україні.
11. Ергономіка, як наука о трудової діяльності людини.
12. Класифікація шкідливих та небезпечних факторів по природі дії.
13. Ризик – як оцінка небезпеки.
14. Основні причини зростання травматизму.
15. Припустимі рівні ризику. Концепція соціального приемного рівня ризику.
16. Потенційні джерела небезпеки у системі «людина – життєве середовище».
17. Ризик, як фактор потенційної небезпеки.
18. Основи безпеки функціонування системи «людина – машина».
19. Раціональні умови життєдіяльності людини та фізіологічні потреби людини.
20. Характеристика аналізаторів та їх роль в забезпеченні життєдіяльності людини
21. Техногенні небезпеки та їх наслідки.
22. Фактори, які обумовлюють спроможність людини протистояти небезпеці.
23. Основні спрямування підвищення безпеки праці з врахуванням людського фактору.
24. Управління та нагляд за безпекою життєдіяльності.
25. Людина як біологічний та соціальний суб'єкт.

## *Основи охорони праці*

1. Загальні питання охорони праці. Сучасний стан охорони праці в Україні та за кордоном. Суб'єкти і об'єкти охорони праці. Основні терміни та визначення в галузі охорони праці. Класифікація шкідливих та небезпечних виробничих чинників

2. Правові та організаційні основи охорони праці.

3. Відповідальність посадових осіб і працівників за порушення законодавства про Нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП). Стандарти в галузі охорони праці. Система стандартів безпеки праці (ССБП). Міждержавні стандарти ССБП. Національні стандарти України з охорони праці. Санітарні, будівельні норми, інші загальнодержавні документи з охорони праці.

4. Акти з охорони праці, що діють в організації, їх склад і структура. Інструкції з охорони праці. Розробка та затвердження актів з охорони праці, що діють в організації.

5. Фінансування охорони праці. Основні принципи і джерела. Заходи і засоби з охорони праці, витрати на здійснення і придбання яких включаються до валових витрат.

6. Державне управління охороною праці, державний нагляд і громадський контроль за охороною праці

7. Організація охорони праці на підприємстві

8. Громадський контроль за станом охорони праці в організації. Уповноважені найманими працівниками особи з питань охорони праці, їх обов'язки і права.

9. Навчання з питань охорони праці

10. Інструктажі з питань охорони праці.

11. Профілактика травматизму та професійних захворювань

12. Основи виробничої санітарії.

13. Вентиляція. Види вентиляції. Організація повітрообміну в приміщеннях, повітряний баланс, кратність повітрообміну. Природна вентиляція. Системи штучної (механічної) вентиляції, їх вибір, конструктивне оформлення. Місцева (локальна) механічна вентиляція.

14. Освітлення виробничих приміщень.

15. Вібрація, шум, ультразвук та інфразвук в виробничих приміщеннях.

16. Санітарно-гігієнічні вимоги до планування і розміщення виробничих і допоміжних приміщень.

17. Класи шкідливості підприємств за санітарними нормами. Санітарно-захисні зони підприємств. Вимоги до розташування промислового майданчика підприємства, до виробничих та допоміж-

них приміщень. Енерго- та водопостачання, каналізація, транспортні комунікації. Вимоги охорони праці до розташування виробничого і офісного обладнання та організації робочих місць.

18. Основи виробничої безпеки. Загальні вимоги безпеки.

19. Електробезпека виробничих приміщень.

20. Основи пожежної профілактики на виробничих об'єктах.

21. Основні засоби і заходи забезпечення пожежної безпеки виробничого об'єкту. Пожежна сигналізація. Засоби пожежогасіння.

### **Завдання на виконання практичної роботи «Розрахунок захисного заземлення однофазних (трифазних) споживачів»**

*Мета роботи* – набуття практичних навичок у визначенні основних параметрів заземлення і самостійному рішенні інженерної задачі розрахунку захисного заземлення електроустановки.

1. Захисне заземлення в електроустановках: призначення, принцип дії, сфера застосування.

*Класифікація захисних заходів в електроустановках (технічні заходи та засоби, організаційно-технічні заходи щодо забезпечення електробезпеки працюючих)*

**Заземлення** – виконання електричного з'єднання між визначеною точкою системи, установки або обладнання і заземлювальним пристроєм.

**Захисне заземлення** – заземлення точки чи точок системи, установки або обладнання з метою забезпечення електробезпеки.

**Функціональне (робоче) заземлення** – заземлення точки (точок) системи, установки або обладнання, не пов'язане з електробезпекою.

**Захисний провідник** (РЕ-провідник, від англ. *protective earthing* – захисне заземлення).

**Провідник**, призначений для забезпечення захисту від ураження електричним струмом у випадку пошкодження ізоляції (наприклад, провідник для з'єднання відкритих провідних частин із заземлювачем, заземлювальним провідником, іншими відкритими провідними частинами, сторонніми провідними частинами, заземленою струмопровідною частиною, глухозаземленою нейтральною точкою джерела живлення тощо).

**Заземлювальний провідник**, призначений для захисного заземлення. Провідник системи зрівнювання (вирівнювання) потенціалів.

**Захисний провідник**, призначений для захисного зрівнювання (вирівнювання) потенціалів.

**Нейтральний провідник** (*N*-провідник), провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, електрично з'єднаний з нейтральною точкою джерела живлення, який використовують для розподілу електричної енергії.

**Нейтральна точка** (джерела живлення), спільна точка з'єднаної в зірку багатофазної системи або заземлена точка однофазної системи.

**Провідник середньої точки** (*M*-провідник), провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, електрично з'єднаний з середньою точкою джерела живлення, який використовують для розподілу електричної енергії.

***PEN*-провідник**, провідник в електроустановках з напругою до 1 кВ, який поєднує в собі функції захисного (*PE*-) і нейтрального (*N*-) провідників.

*Примітка: термін «нейтральний» і «захисний» провідники в системі TN є синонімами «нульовий робочий» і «нульовий захисний».*

**Типи заземлення системи** – позначення, яке характеризує влаштування нейтрального провідника або провідника середньої точки і з'єднання з землею струмопровідних частин джерел живлення та відкритих провідних частин в електроустановках напругою до 1 кВ, а саме:

*Система TN* – система, в якій мережа живлення має глухе заземлення однієї точки струмовідних частин джерела живлення, а електроприймачі і відкриті провідні частини електроустановки приєднуються до цієї точки за допомогою відповідно *N*- або *M*- і захисного *PE*-провідників.

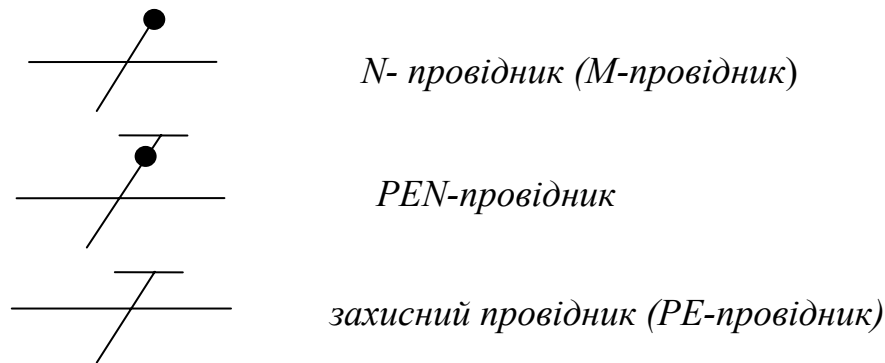
*Система TN-S* – система *TN*, в якій *N*- або *M*- і *PE*-провідники розділено по всій мережі.

*Система TN-C* – система *TN*, в якій *N*- або *M*- і *PE*-провідники поєднано в одному *PEN*-провіднику по всій мережі.

*Система TN-C-S* – система *TN*, в якій *N*- або *M*- і *PE*-провідники поєднано в одному провіднику в частині мережі, починаючи від джерела живлення.

*Система TT* – система, одну точку струмопровідних частин джерела живлення якої заземлено, а відкриті провідні частини електроустановки приєднано до *PE*-провідника, з'єднаного із заземлювачем, електрично незалежним від заземлювача, до якого приєднано точку струмопровідних частин джерела живлення.

*Система IT* – система, в якій мережу живлення ізолювано від землі або її заземлено через прилади або (і) пристрої, що мають великий опір, а відкриті провідні частини електроустановки приєднано до заземленого *PE*-провідника.



### **Галузі застосування захисного заземлення**

Оцінка безпеки дотику до струмопровідних частин зводиться до визначення струму, що протікає крізь людину, і порівняння його з допустимими значеннями.

Безпека ураження при дотику до струмопровідних частин залежить від номінальної напруги електроустановки і режиму нейтралі джерела живлення.

За напругою та режимом нейтралі розрізняють:

- на електроустановки напругою до 1 кВ в електричних мережах із глухозаземленою нейтраллю;
- на електроустановки напругою до 1 кВ в електричних мережах з ізолюваною нейтраллю;
- на електроустановки напругою понад 1 кВ в електричних мережах з ізолюваною, компенсованою або (і) заземленою через резистор нейтраллю;
- на електроустановки напругою понад 1 кВ в електричних мережах із глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю.

Принцип дії захисного заземлення.

В електроустановках напругою до 1 кВ: зниження напруг дотику і кроку, обумовлених замиканням на корпус і з інших причин, до безпечних значень.

Це досягається шляхом зменшення потенціалу заземленого устаткування за рахунок малого опору заземлювального пристрою, а також шляхом вирівнювання потенціалів основи, на якій стоїть людина, і заземленого устаткування за рахунок збільшення потенціалу основи до значень, близьких до потенціалу заземленого устаткування.

В електроустановках напругою понад 1 кВ: забезпечення такого струму замикання на землі  $I_3$ , при якому магістральний захист спрацьовує за час  $\tau$ , добуток якого на струм через тіло людини  $I_h$  не перевищить критерію безпеки  $Q$ :

$$Q = I_h \tau \leq 50 \dots 65 \text{ мА}\cdot\text{с.}$$

Гранично допустимі значення напруги дотику і струмів через тіло людини з урахуванням тривалості впливу наведені в ДБН В.2.5-27-06.

Принципова схема захисного заземлення наведена на рис. 3.1.

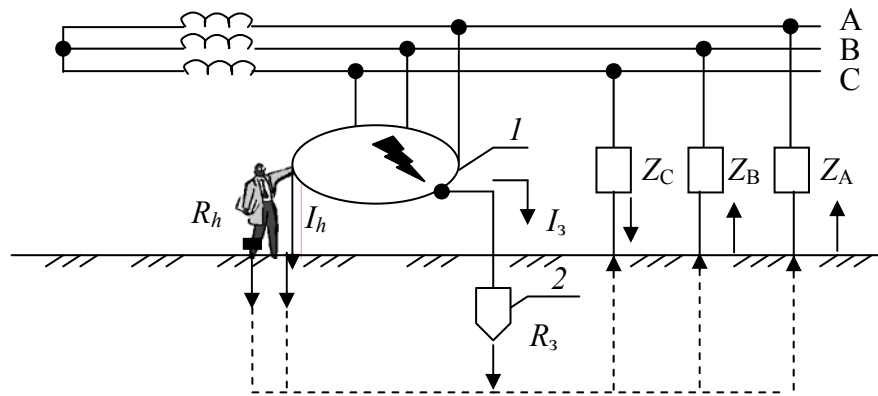


Рис. 3.1 – Принципова схема захисного заземлення,

$I$  – заземлене електроустаткування;  $2$  – заземлювач захисного заземлення;  $R_3, R_h$  – опір захисного заземлення і тіла людини відповідно, Ом;  $I_3$  – струм замикання, А;  $I_h$  – струм через тіло людини, мА;  $Z_A, Z_B, Z_C$  – повний опір ізоляції фаз.

Заземлення здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв – заземлювачів. Заземлювачі бувають одиночні і групові.

*Груповий заземлювач* складається з вертикальних стрижнів і горизонтальної смуги, яка їх з'єднує. Вертикальні електроди закладають разом з фундаментом будинків на визначеній відстані один від одного.

З метою економії засобів рекомендують використовувати природні заземлювачі.

Як природні заземлювачі рекомендується використовувати:

- прокладені в землі водопровідні й інші металеві трубопроводи за винятком трубопроводів запальних рідин, запальних чи вибухових газів і сумішей;
- обсадні труби свердловин;

- металеві і залізобетонні конструкції будинків і споруд, що знаходяться в зіткненні з землею;
  - свинцеві оболонки кабелів, прокладених у землі;
  - інші металоконструкції, розташовані в ґрунті.
- Природні заземлювачі з'єднуються з магістралями заземлення не менше, ніж двома провідниками в різних місцях.

### **Методика й алгоритм розрахунку захисного заземлення**

*Мета розрахунку* – визначення основних конструктивних параметрів заземлення (кількості, розмірів, порядку розміщення вертикальних стрижнів і довжини горизонтальної смуги, що з'єднує їх у груповий заземлювач), при яких опір розтіканню струму обраного групового заземлювача  $R_{гр}$  не перевищить нормативне значення  $R_{зн}$ .

Розрахунок виконується методом коефіцієнтів використання у наведеній нижче послідовності.

#### **1) Уточнити вихідні дані**

Для розрахунку захисного заземлення необхідні такі відомості:

- характеристика електроустановки (тип установки, робоча напруга, способи заземлення нейтралей, розміщення устаткування і т. п.);
- форма і розміри стрижнів, з яких передбачено виготовити проєктований заземлювач, передбачувана глибина закладення їх у землі.

**2) Визначити розрахунковий струм замикання на землю** і відповідне йому нормативне значення опору розтіканню струму захисного заземлення.

*Розрахунковий струм замикання* – це найбільший можливий у даній електроустановці струм замикання на землю. Для електроустановок напругою до 1 кВ струм однополюсного замикання на землю не перевищує 10 А, тому що навіть при найгіршому стані ізоляції і значній ємності опір фази відносно землі не буває менше 100 Ом. Нормативне значення опору захисного заземлення практично не залежить від цього струму і згідно з ПУЕ і ДБН В.2.5-27-06 не повинно перевищувати значення, наведені у табл. 1.

В електроустановках напругою понад 1 кВ з ізольованою нейтраллю розрахункове значення струму замикання на землю може бути визначене за такою напівемпіричною формулою:

$$I_3 = \frac{U_{л}}{350}(35l_{к} + l_{в}), \quad (1)$$

де  $U_{\text{л}}$  – лінійна напруга мережі (на високій стороні трансформаторної підстанції), кВ;  $l_{\text{к}}$ ,  $l_{\text{в}}$  – довжина електричних зв'язаних відповідно кабельних і повітряних ліній, км.

Таблиця 3.1 – Припустимі опори захисних заземлювальних провідників

№ з/п	Характеристика електроустановки	Найбільші допустимі опори заземлювального провідника, Ом
1	<b>Електроустановки напругою до 1 кВ</b> Захисні заземлювальні пристрої мережі з ізолюваною нейтраллю при потужності генератора трансформатора до 100 кВ·А більше 100 кВ·А	10 4
2	<b>Електроустановки напругою вище 1 кВ</b> Захисні заземлювальні пристрої електроустановок мережі з ефективно заземленою нейтраллю (з великими струмами замикання на землю). Заземлювальний пристрій виконується з дотриманням вимог до його опору. Захисні заземлювальні пристрої електроустановок мережі з ізолюваною нейтраллю (з малими струмами замикання на землю): якщо заземлювальний пристрій використовується тільки для електроустановок вище 1 кВ якщо заземлювальний пристрій використовується тільки для електроустановок до 1 кВ	0,5  250/ $I$ , але не більше 10 125/ $I$ , але не більше 10

*Примітка.*  $I$  – розрахунковий струм замикання на землю, А.

Відповідні отриманому розрахунковому струму замикання на землю нормативні значення опору заземлювального пристрою, захисного заземлюваного провідника (ЗП) вибираються за табл. 3.1.

Найбільші допустимі опори захисних заземлювальних пристроїв відповідно до вимог ПУЕ і ДБН В.2.5-27-06 наведені в табл. 3.1.

При з'єднання ЗП різних напруг чи призначень приймається менше з необхідних за правилами значення опорів.

### **3) Визначити необхідний опір штучного заземлювача.**

При використанні природних заземлювачів  $R_{\text{и}}$  визначається за формулою, Ом,

$$R_{\text{и}} = \frac{R_{\text{е}} R_3}{R_{\text{е}} - R_3}, \quad (2)$$

де  $R_{\text{в}}$  – опір розтіканню струму природних заземлювачів, Ом;  $R_{\text{и}}$  – необхідний опір штучного заземлювача, Ом;  $R_3$  – розрахунковий нормований опір ЗП, Ом (див. табл. 1).

При відсутності природних заземлювачів необхідний опір штучного заземлювача дорівнює розрахованому нормованому опору ЗП:

$$R_{\text{и}} = R_3. \quad (3)$$

**4) Визначити розрахунковий питомий опір землі за формулою, Ом·м:**

$$\rho = \rho_{\text{вим}} \cdot \psi, \quad (4)$$

де  $\rho$  – розрахунковий питомий опір землі, Ом·м;  $\rho_{\text{вим}}$  – питомий опір землі, отриманий у результаті вимірів, Ом·м;  $\psi$  – коефіцієнт сезонності, що враховує промерзання чи висихання ґрунту.

**5) Обчислити опір розтіканню струму одиночного вертикального заземлювача  $R_{\text{в}}$ , Ом.**

Розрахункова формула вибирається залежно від типу, геометричних розмірів і умов залягання. У випадку стрижневого круглого перерізу (трубчастого) заземлювача, заглибленого в землю (рис. 3.2), розрахункова формула, Ом, має вигляд

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{в}}}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right), \quad (5)$$

де  $\rho$  – розрахунковий питомий опір ґрунту, визначений за формулою (3), Ом·м;  $l$  – довжина вертикального стрижня, м;  $d$  – діаметр перерізу, м;  $t$  – відстань від поверхні ґрунту до середини довжини вертикального стрижня, м.

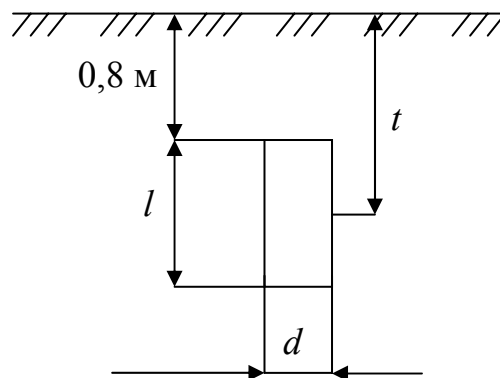


Рисунок. 3.2 – Схема залягання стрижневого трубчастого заземлювача

**6) Розрахувати наближену (мінімальну) кількість вертикальних стрижнів**

$$n' = \frac{R_B}{R_{\text{н}}}, \quad (6)$$

де  $R_B$  – опір розтікання струму одиночного вертикального заземлювача, Ом;  $R_{\text{н}}$  – необхідний опір штучного заземлювача, Ом;

**7) Визначити конфігурацію групового заземлювача** – ряд чи контур – з урахуванням можливості його розміщення на відведеній території і відповідну довжину горизонтальної смуги  $l_{\text{Г}}$ , м:

за контуром  $l_{\text{Г}} = 1,05 a n,$  (7)

ряд  $l_{\text{Г}} = 1,05 a (n - 1),$  (8)

де  $a$  – відстань між вертикальними стрижнями, м, обумовлена зі співвідношення

$$a = k n l_B, \quad (9)$$

де  $k$  – коефіцієнт кратності, який дорівнює 1, 2, 3;  $l_B$  – довжина вертикального стрижня;  $n$  – кількість вертикальних стрижнів.

**8) Обчислити опір розтіканню струму горизонтального стрижня  $R_{\text{Г}}$ , Ом.**

У випадку горизонтального смугового заземлювача (рис. 3.3) розрахунок виконується за формулою, Ом,

$$R_{\text{Г}} = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bt}, \quad (10)$$

де  $\rho$  – розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·м;  $l$  – довжина горизонтальної смуги, м;  $d$  – ширина смуги, м;  $t$  – відстань від поверхні ґрунту до середини ширини горизонтальної смуги.

**8) Вибрати коефіцієнти використання вертикальних стрижнів  $\eta_B$  і горизонтальної смуги  $\eta_{\text{Г}}$  з урахуванням кількості вертикальних стрижнів  $n$  і відношення відстані між стрижнями  $a$  до їх довжини  $l_B$  (табл. Д 2, Д 3).**

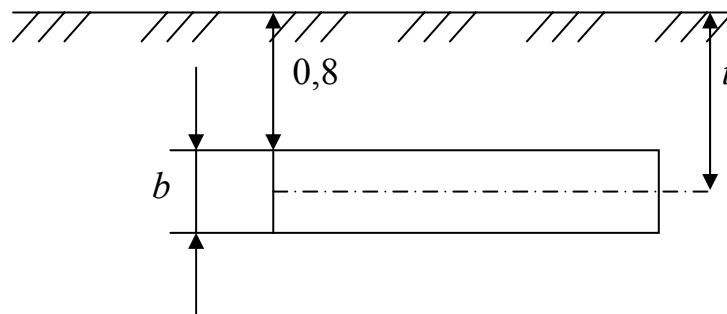


Рисунок 3.3 – Схема горизонтального смугового заземлювача

9) Розрахувати еквівалентний опір розтіканню струму групового заземлювача  $R_{гр}$ , Ом

$$R_{гр} = \frac{R_B R_\Gamma}{R_B \eta_\Gamma + R_\Gamma \eta_B \cdot n}, \quad (11)$$

де  $R_\Gamma, R_B$  – відповідно опору вертикального стрижня і горизонтальної смуги, Ом;  $\eta_\Gamma, \eta_B$  – відповідно коефіцієнти використання вертикальних стрижнів і горизонтальної смуги, Ом;  $n$  – кількість вертикальних стрижнів.

10) Отриманий опір розтіканню струму групового заземлювача не повинен перевищувати необхідний опір:

$$R_{гр} \leq R_{и}. \quad (12)$$

Якщо отриманий опір групового заземлювача  $R_{гр}$  задовольняє умові, розрахунок вважається виконаним. Якщо  $R_{гр}$  більше чи значно менше необхідного ( $\geq 20\%$ ), слід внести виправлення в попередню схему ЗП:

- ✓ змінити кількість вертикальних стрижнів;
- ✓ змінити конфігурацію ЗП;
- ✓ зробити повторний розрахунок.

Таким чином, захисне заземлення розраховується шляхом послідовних наближень.

Розраховані параметри ЗП занести в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розраховані параметри заземленого провідника

$\rho_{гр},$ Ом·м	$l_B,$ м	$k$	$n,$ шт.	$l_\Gamma,$ м	$\eta_B$	$\eta_\Gamma$	$R_B,$ Ом	$R_\Gamma,$ Ом	$R_{гр},$ Ом	$R_{и},$ Ом

### Порядок виконання контрольного практичного завдання

Студент отримує варіант завдання (табл. Д 7), ознайомлюється з ним і далі працює самостійно за такою схемою:

- вивчення наданого матеріалу щодо вимог нормативних документів і порядку проведення розрахунку захисного заземлення;
- надання відповіді на контрольні запитання;
- згідно з визначеним варіантом проведення відповідних розрахунків параметрів захисного пристрою;
- оформлення й захист роботи.

### **Оформлення контрольної роботи (практичної частини)**

- мета й призначення захисного заземлення;
- вихідні дані для розрахунку захисного заземлення:  
*характеристика електроустановки (тип установки, робоча напруга, способи заземлення нейтралей, розміщення устаткування і т. ін.);  
форма і розміри стрижнів, з яких передбачено виготовити проєктований заземлювач, передбачувана глибина закладення їх у землі;*
- визначити розрахунковий струм замикання на землю і відповідне йому нормативне значення опору розтіканню струму захисного заземлення;
- визначити необхідний опір штучного заземлювача (*формула для його визначення*);
- визначити розрахунковий питомий опір землі (*формула для його визначення*);
- обчислити опір розтіканню струму одиночного вертикального заземлювача  $R_{\text{в}}$ , Ом (*формула для його визначення*);
- розрахувати наближену (мінімальну) кількість вертикальних стрижнів (*формула для її визначення*);
- визначити конфігурацію групового заземлювача – ряд чи контур – з урахуванням можливості його розміщення на відведеній території і відповідну довжину горизонтальної смуги (*формула для її визначення*);
- обчислити опір розтіканню струму горизонтального стрижня  $R_{\text{г}}$ , Ом (*формула для його визначення*);
- вибрати коефіцієнти використання вертикальних стрижнів  $\eta_{\text{в}}$  і горизонтальної смуги  $\eta_{\text{г}}$  з урахуванням кількості вертикальних стрижнів  $n$  і відношення відстані між стрижнями  $n$  до їх довжини  $l_{\text{в}}$ ;
- розрахувати еквівалентний опір розтіканню струму групового заземлювача (*формула для його визначення*);
- оформити табл. 3.2.
- висновки про результати розрахунку.

### **Правила оформлення контрольного завдання**

Контрольне завдання повинно мати:

- ✓ титульний аркуш;
- ✓ зміст;
- ✓ відповіді на питання за варіантом завдання;
- ✓ практичні розрахунки за варіантом ситуації;
- ✓ перелік джерел інформації.

*Варіант контрольної роботи обирається за номером, який співпадає із останньою цифрою залікової книжки студента.*

Контрольна робота не повинна перевищувати 10-15 сторінок при виконанні роботи письмово. Розмір – висота літер 4-5 мм.

При виконанні із застосуванням ПЕОМ – обсяг – 8-10 сторінок формату А4 набрані у редакторі Word 2003-2010 надрукованого на папері. Шрифт-Time New Roman, кегель 14,0, стиль – звичайний. Титульний аркуш оформляти за вимогами деканату. Контрольну роботу починати нумерувати з другої сторінки. Розташування на сторінці – поля: 2,0 см. Інтервал – 1,5.

По центру: варіант (номер залікової книжки), назва питання (номер) (заголовним жирним шрифтом); через інтервал – відповідь (текст) контрольної роботи. Наступне запитання та відповідь на нього починати із абзацу. Номери сторінок повинні бути проставлені на кожній сторінці (зверху, у правому куті). Останню сторінку у контрольній роботі залишати вільною, для нотаток та зауважень викладача. Усі рисунки виконувати у відповідному редакторі. Скановані рисунки, як і всі інші вставки у текст контрольної роботи, повинні мати номер та назву.

Контрольна робота складається з відповідей на контрольні запитання теоретичного матеріалу, згідно з розділами і темами наданої програми, та розв'язаних задач. У кінці роботи необхідно навести список використаної літератури. При оформленні роботи необхідно залишати поля для нотаток і зауважень викладача.

Теми контрольного завдання і варіанти задач виконуються за вказівками викладача індивідуально (табл. 3.3).

Рішення задачі здійснюється згідно рекомендованих джерел інформації та запропонованих методичних вказівок.

Таблиця 3.3 – Варіанти контрольних робіт

№ варіанта	№ питання (теоретичне)	№ варіанту завдання (практичне)	№ варіанта	№ питання (теоретичне)	№ варіанту завдання (практичне)
1	11, 21	5	12	1, 8	13
2	2, 12	7	13	2, 16	15
3	13, 23	8	14	9, 23	17
4	4, 24	9	15	4, 14	12
5	5, 15	2	16	25, 2	16
6	16, 6	4	17	7, 20	18
7	7, 17	3	18	11, 7	19
8	18, 8	1	19	10, 22	20
9	9, 19	6	20	3, 14	21
10	10, 3	10	21	6, 21	14
11	1, 25	12	22	15, 24	23

## ДОДАТКИ

Таблиця Д 1 – Наближені значення питомих електричних опорів різних ґрунтів і води, Ом·м

Ґрунт, вода	Можливі межі коливань	При вологості 10–20 % до маси ґрунту
Глина	8–70	40
Суглинок	40–150	100
Пісок	400–700	700
Супісок	150–400	300
Торф	10–30	20
Чорнозем	9–53	20
Кам'янистий ґрунт	500–800	–
Скелястий ґрунт	$10^4$ – $10^7$	–
Вода:		
морська	0,2–1	–
річкова	10–100	–
ґрунтова	20–70	–
у струмках	10–25	–

Примітки:

1. Питомий електричний опором ґрунту є опір куба ґрунту з ребром 1 м.

2. При малому процентному вмісті води у ґрунті можливі великі значення опорів.

3. Питомі опори ґрунтів коливаються протягом року, що враховується при розрахунках уведенням так званих сезонних коефіцієнтів опору ґрунту.

4. У таблиці наведені наближені значення питомих опорів ґрунтів і води. Користуватися цими значеннями, як і значеннями, узятими з інших літературних джерел, для розрахунків заземлень не можна, тому що вони можуть відрізнятись від дійсних у десятки і сотні разів. Для розрахунків повинні використовуватися значення питомих опорів ґрунтів, отримані натурними вимірами опору ґрунту на тій ділянці, де буде споруджуватися заземлювач.

Таблиця Д 2 – Коефіцієнти використання  $\eta_v$  вертикальних електродів групового заземлювача (труб, куточків і т. п.) без урахування впливу смуги зв'язку

Кількість заземлювачів	Відношення відстаней між електродами до їхньої довжини					
	Електроди розміщено в ряд			Електроди розміщено за контуром		
2	0,85	0,91	0,94	–	–	–
4	0,73	0,83	0,89	0,69	0,78	0,85
6	0,65	0,77	0,85	0,61	0,73	0,8
10	0,59	0,74	0,81	0,56	0,68	0,76
20	0,48	0,67	0,76	0,47	0,63	0,71
40	–	–	–	0,41	0,58	0,66
60	–	–	–	0,39	0,55	0,64
100	–	–	–	0,36	0,52	0,62

Таблиця Д 3 – Коефіцієнти використання  $\eta_r$  горизонтального смугового електрода, що з'єднує вертикальні електроди (труби, куточки і т. ін.) групового заземлювача

Відношення відстаней між вертикальними електродами до їхньої довжини	Кількість вертикальних електродів							
	2	4	6	10	20	40	60	100
Вертикальні електроди розміщено в ряд								
1	0,85	0,77	0,72	0,62	0,42	–	–	–
2	0,94	0,80	0,84	0,75	0,56	–	–	–
3	0,96	0,92	0,88	0,82	0,68	–	–	–
Вертикальні електроди розміщено по контуру								
1	–	0,45	0,40	0,34	0,27	0,22	0,20	0,19
2	–	0,55	0,48	0,40	0,32	0,29	0,27	0,23
3	–	0,70	0,64	0,56	0,45	0,39	0,36	0,33

Таблиця Д 4 – Ознаки кліматичних зон для визначення коефіцієнтів сезонності  $\psi$

Характеристика кліматичної зони	Кліматичні зони			
	I	II	III	IV
Середня багаторічна нижча температура (січень), °С	від –20 до –15	від –14 до –10	від –10 до 0	від 0 до +5
Середня багаторічна вища температура (липень), °С	від +16 до +18	від +18 до +22	від +22 до +24	від +24 до +26
Середньорічна кількість опадів, см	~ 40	~ 50	~ 50	30 – 40
Тривалість замерзання вод, дні	190 – 170	~ 150	~ 100	0

Таблиця Д 5 – Коефіцієнти сезонності  $\psi$  для шару сезонних змін у багатошаровій землі

Кліматична зона	Умовна товщина шару сезонних змін, м	Вологість землі під час вимірювань її опору		
		підвищена	нормальна	мала
I	2,2	7,0	4,0	2,7
II	2,0	5,0	2,7	1,9
III	1,8	4,0	2,0	1,5
IV	1,6	2,5	1,4	1,1

Таблиця Д 6 – Коефіцієнти сезонності для однорідної землі

Кліматична зона	Стан землі під час вимірювань її опору при вологості		
	підвищеній	нормальній	малій
Вертикальний електрод довжиною 3 м			
I	1,9	1,7	1,5
II	1,7	1,5	1,3
III	1,5	1,3	1,2
IV	1,3	1,1	1,0
Вертикальний електрод довжиною 5 м			
I	1,5	1,4	1,3
II	1,4	1,3	1,2
III	1,3	1,2	1,1
IV	1,2	1,1	1,0
Горизонтальний електрод довжиною 10 м			
I	9,3	5,5	4,1
II	5,9	3,5	2,6
III	4,2	2,5	2,0
IV	2,5	1,5	1,1
Горизонтальний електрод довжиною 50 м			
I	7,2	4,5	3,6
II	4,8	3,0	2,4
III	3,2	2,0	1,6
IV	2,2	1,4	1,12

Таблиця Д 7 – Перелік індивідуальних завдань

№ варіанта	Трансформаторна підстанція напругою $U$ , кВ	Розміри будинку		Розрахунковий опір природного заземлювача, $R_{\text{и}}$ , Ом	Довжина лінії електропередач		Параметри електрода			Питомий опір землі $\rho$ обмірjоване, Ом·м	Кліматична зона
		Довжина $l$ , м	Ширина $B$ , м		$l_{\text{к}}$ , км	$l_{\text{в}}$ , км	Довжина $l_{\text{в}}$ , м	Діаметр $d$ , мм <sup>2</sup>	Переріз полоси, мм <sup>2</sup>		
1	6/0,4	24	12	15	70	65	5	12	4 × 40	120	I
2	10/6	24	12	18	45	70	3	14	4 × 40	110	II
3	10/0,4	18	6	17	50	60	3	12	6 × 56	130	III
4	6/0,4	12	12	19	85	75	5	14	8 × 60	70	IV
5	10/6	24	18	13	92	63	5	12	4 × 32	80	I
6	10/6	18	12	16	75	54	5	14	6 × 60	110	II
7	6/0,4	12	18	18	84	65	3	12	6 × 50	90	III
8	10/0,4	30	12	16	73	68	5	14	4 × 48	114	IV
9	10/0,6	30	18	14	82	74	5	16	4 × 32	70	I
10	6/0,4	18	12	12	91	69	3	12	6 × 48	160	II
11	10/0,4	18	12	–	49	38	5	16	4 × 50	162	III
12	10/6	24	12	14	94	65	5	17	6 × 56	90	IV
13	10/0,4	24	18	–	78	65	3	18	8 × 50	80	I
14	6/0,4	12	6	18	73	62	5	19	4 × 56	162	II
15	10/6	18	12	10	86	63	5	20	8 × 48	150	III
16	10/0,4	12	18	11	93	54	3	22	4 × 56	122	IV
17	6/0,4	18	12	12	99	86	5	14	8 × 25	160	I
18	10/0,4	24	12	17	75	53	5	15	4 × 56	120	II
19	10/6	12	6	19	73	54	5	16	8 × 32	110	III
20	6/0,4	18	12	13	92	68	5	18	4 × 48	190	IV

## Список джерел інформації

1. Закон України «Про охорону праці». – Введ. 21.11.2002.
2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». – Введ. 01.07.91.
3. ДСанПіН «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ України 08.04.2014, № 248.
4. Основи охорони праці : навч. посіб. / за ред. проф. В.В. Березуцького. – Харків : Факт, 2008.
5. Березуцький В.В. Теоретичні основи безпеки життєдіяльності. – Харків, 1999.
6. Березуцький В.В. Безпека життєдіяльності : навч. посіб. / В.В. Березуцький, Л.А. Васьковець, Н.П. Вершиніна та ін. ; за ред. проф. В.В. Березуцького. – Харків : Факт, 2005. – 348 с.
7. Безпека життєдіяльності : практикум / за ред. В.В. Березуцького. – Харків : Факт, 2005. – 167 с.
8. Долин П.А. Справочник по технике безопасности / П.А. Долин. – М. : Энергоатомиздат, 1985.
9. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Затв. постановою Головного держсанлікаря України від 1.12.1999 р., № 42.
10. ДБН В.2.5-67: 2013 Державні будівельні норми. Інженерне обладнання будинків і споруд. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Київ : Мінрегіон України, 2013.
11. ДБН В.2.5-28-2006 Державні будівельні норми. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. – Київ : Мінбуд України, 2006. – 80 с. (зміни 1, 2).
12. ДБН В.2.2-9-09 Будинки та споруди. Громадські будинки та споруди. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010.
13. ДБН В.2.5-64-12 Інженерне обладнання будинків і споруди. Внутрішній водопровід та каналізація. – Київ : Мінрегіон України, 2013.
14. ДБН В.2.5-27-06 Інженерне обладнання будинків і споруд. Захисні засоби електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. – Київ : Мінрбуд України, 2006.
15. ДБН В.1.1-7-2002 Державні будівельні норми . Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – Київ, 2003.

16. НПАОП 40-1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
17. Розрахунки з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності : навч.-метод. посіб. для студ. усіх спеціальностей та всіх форм навчання / за ред. проф. В.В. Березуцького. – Х. : Факт., 2006.
18. ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 ССБТ. Вібраційна безпека. Загальні вимоги.
19. ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 Вібраційна безпека. Загальні вимоги.
20. ДСТУ ГОСТ 12.1.006:2009 Електромагнітні поля радіочастот. Допустимі рівні на робочих місцях та вимоги до проведення контролю.
21. Норми радіаційної безпеки України : НРБУ-97/Д2000/МОЗ України 14.07.97 Наказ № 208.
22. Правила улаштування електроустановок. ПУЕ. – Харків : Форт, 2014.
23. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку, інфразвуку. – Київ, 1999.
24. ДСН 3.3.6.039-99 Санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. – Київ, 1999.
25. ДСТУ Б В. 2.5-38:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. Наказ Мін. регіонального розвитку та будівництва України від 27.06.2008, № 269.
26. НАПБ Б.03.002-07 Нормативний акт пожежної безпеки. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. – Затвердж. наказом МНС від 03.12.2007, № 833.



Навчальне видання

ЯНЧИК Олександр Григорович  
ГОРБЕНКО Вероніка Володимирівна  
КОТЛЯРОВА Світлана Володимирівна  
МАКАРЕНКО Вікторія Василівна  
УСТИНОВА Наталя Дмитрівна

**БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.  
ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

Текст лекцій

для студентів заочного навчання електроенергетичного, механіко-технологічного та машинобудівельного факультетів, бакалавр

Відповідальний за випуск *В. В. Березуцький*  
Роботу до виконання рекомендував *М. А. Погребний*  
Редактор *Л. А. Пустовойтова*

План 2015, поз.168.

Підп. до друку 24.06.2016 р. Формат 60 × 84 1/16. Папір офсетний.  
Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 9,5. Наклад 50 пр.  
Зам № 201. Ціна договірна.

---

Видавець і виготовлювач  
Видавничий центр «ХП»,  
вул. Фрунзе, 21, м. Харків-2, 61002

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3657 від 24.12.2009 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«Харківський політехнічний інститут»

# **БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.**

## **ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

**Текст лекцій**

Харків  
2016

ISBN 978-6-17-050214-8



9 786170 502148 >