



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ**

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
«БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»

Харків 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
«БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»

ЗАТВЕРДЖЕНО
Вченою радою
Харківського національного
університету радіоелектроніки.
Протокол № 7/13-2 від 30.05.2018.

Харків 2018

УДК 331.4:65.015

С 80

Рекомендовано Вченою радою Харківського національного університету радіоелектроніки

Рецензенти:

Ф.В. Новіков, професор кафедри природоохоронних технологій,
екології та безпеки життєдіяльності
Харківського національного економічного
університету ім. С. Кузнеця,
доктор технічних наук, професор;

О.І. Богатов, доцент кафедри Метрології, сертифікації і охорони праці
Харківського національного автомобільно дорожнього
університету, кандидат технічних наук, доцент.

С 80 Стиценко Т.Є., Пронюк Г.В., Сердюк Н.М., Хондак І.І. «Безпека життєдіяльності»: навч. посібник / Т.Є Стиценко, Г.В. Пронюк, Н.М. Сердюк, І.І. Хондак. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 336 с.

ISBN 978-966-659-246-3

У посібнику наведено теоретичні відомості та наукові підходи щодо дослідження й аналізу професійної безпеки людини. Розглянуто основні положення з забезпечення професійного здоров'я та підтримки високого рівня працездатності людини, викладено принципи організації безпечних та нешкідливих умов праці.

Розглянуто етапи організації та вимоги міжнародних й державних нормативних документів до створення і підтримки безпечного стану робочих місць, а також викладено основні методи ідентифікації та оцінки професійних ризиків.

Кінцевий розділ присвячений питанням безпеки населення і територій у надзвичайних ситуаціях, ліквідації їх наслідків.

Усі розділи навчального посібника супроводжуються прикладами, статистичними даними, які визначають актуальність вивчення запропонованих тем. Кожний розділ навчального посібника містить контрольні запитання для закріплення студентами матеріалу посібника.

УДК 331.4:65.015

ISBN 978-966-659-246-3

© Т.Є. Стиценко, Г.В. Пронюк,
Н.М. Сердюк, І.І. Хондак, 2018

ЗМІСТ

Вступ	6
Розділ 1 Теоретичні основи безпеки життєдіяльності	16
1.1 Законодавча база безпеки життєдіяльності	16
1.2 Основи взаємодії людини з техносферою	20
1.3 Поняття безпеки	27
1.4 Принципи, методи і засоби безпечного життя і діяльності людини.....	33
1.5 Ризик–орієнтований підхід до аналізу небезпек	42
1.5.1 Поняття ризику та його характеристика.....	43
1.5.2 Постановка задачі управління ризиком	48
1.5.3 Методи оцінки ризиків	52
Розділ 2 Організаційно–правове забезпечення БЖД.....	67
2.1 Міжнародний підхід до забезпечення професійного здоров'я та безпеки праці	67
2.2 Організація управління охороною праці на підприємствах	71
2.3 Аналіз причин травматизму та професійних захворювань. Методи аналізу травматизму.....	78
2.4 Фонд соціального страхування. Розслідування нещасних випадків, професійних захворювань і аварій	85
Розділ 3 Психологічні та фізіологічні аспекти безпечної життєдіяльності.	96
3.1 Основи фізіології та психології праці людини	96
3.1.1 Форми трудової діяльності	96
3.1.2 Вплив психофізіологічних особливостей людини на продуктивність праці та методи її підвищення.....	98
3.1.3 Особливості сенсорних структур людини при виявленні небезпечних ситуацій.....	106
3.1.4 Характеристика професійного стресу та методи його зниження	110
3.2 Ергономічні вимоги до організації робочих місць і трудового процесу	115
3.2.1 Сучасні ергономічні вимоги до конструкції робочих місць	115
3.2.2 Режим праці й відпочинку	120
3.3 Методи підвищення мотивації безпеки праці	123
Розділ 4 Техногенно-виробничі небезпеки та засоби захисту від них	129
4.1 Небезпеки під час експлуатації електрообладнання.....	130
4.1.1 Дія електричного струму на організм людини.....	130

4.1.2 Фактори, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом.	135
4.1.3 Особливості систем передачі та прийому електричної енергії	140
4.1.4 Умови ураження людини електричним струмом.....	144
4.1.5 Розтікання струму при замиканні на землю.....	147
4.1.6 Аналіз трифазних електричних мереж змінного струму	152
4.1.7 Технічні заходи і засоби безпечної експлуатації електроустановок	162
4.1.8 Класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження електрострумом	174
4.1.9 Надання первинної долікарняної допомоги постраждалим від електроструму.....	175
4.1.10 Знаки та кольори безпеки	177
4.2 Електромагнітна небезпека	182
4.2.1 Загальна характеристика неіонізуючого випромінювання.....	183
4.2.2 Радіочастотне електромагнітне випромінювання.....	185
4.2.3 Інфрачервоне випромінювання.....	191
4.2.4 Видиме оптичне випромінювання.....	193
4.2.5 Ультрафіолетове випромінювання	203
4.2.6 Лазерне випромінювання	205
4.2.7 Іонізуюче випромінювання	207
4.3 Акустична небезпека та вібрація	217
4.3.1 Виробничий шум та методи його зниження.....	217
4.3.2 Інфразвук та ультразвук.	225
4.3.3 Виробнича вібрація	228
4.4 Виробниче середовище та його вплив на здоров'я та працездатність людини.....	231
4.4.1 Вплив мікроклімату на працездатність людини	231
4.4.2 Вплив шкідливих речовин на організм людини.....	243
4.5 Пожежна безпека	248
4.5.1 Законодавча і нормативно-правова база пожежної безпеки.....	252
4.5.2 Процес горіння та його види.	254
4.5.3 Показники вибухо-пожежонебезпечності речовин та матеріалів. Класи пожежі	255
4.5.4 Категорії приміщень та зон за вибухопожежною та пожежною небезпекою.....	258
4.5.5 Ступінь вогнестійкості будівель.....	260

4.5.6 Система запобігання пожежі.....	261
4.5.7 Система протипожежного захисту	262
4.5.8 Евакуація людей з будівель і споруд.....	263
4.5.9 Відповідальність за порушення вимог пожежної безпеки.....	264
Розділ 5 Безпека населення і територій у надзвичайних ситуаціях, ліквідація їх наслідків	266
5.1 Особливості надзвичайних ситуацій	266
5.2 Характеристики НС техногенного характеру.....	271
5.2.1 Основні характеристики техногенної небезпеки	271
5.2.2 Радіаційна небезпека	275
5.2.3 Хімічна небезпека.....	284
5.2.4 Біологічна небезпека	290
5.3 Характеристики надзвичайних ситуацій природного характеру	295
5.4 Характеристики надзвичайних ситуацій соціального характеру	307
5.5 Організація цивільного захисту в Україні і ЄС.....	313
5.5.1 Загальні положення цивільного захисту України.....	313
5.5.2 Єдина державна система цивільного захисту.	315
5.5.3 Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій.	322
5.5.4 Оперативне управління, права та обов'язки громадян за умов надзвичайної ситуації.....	329
Перелік джерел посилань	335

ВСТУП

З самого початку розвитку епохи людства, коли не було техніки та засобів виробництва, основою життя людини було забезпечення виживання. На даному етапі в умовах сучасного суспільства, питання безпеки різко загострилися та прийняли характерні проблеми для виживання людини. Якщо говорити про безпеку як стан захищеності, коли кому-небудь або чому-небудь ніщо не загрожує, то **безпека** людини визначається станом, коли дія будь-яких факторів (зовнішніх і внутрішніх) не призводить до смерті, погіршення функціонування та розвитку організму, свідомості та психіки і не перешкоджає досягненню певних, бажаних для людини, цілей.

Безпека є основною потребою людини, які сьогодні добре вивчені і класифіковані вченим-дослідником Абрахамом Гарольд Маслоу (1907–1970), який був одним з найбільш яскравих засновників гуманістичної психології. Збереження здоров'я та життя людини, захист її від небезпек будь-якого походження та створення комфортних умов життєдіяльності є базовою потребою людини. Специфічну людську форму активного ставлення до світу, що робить його підходящим для зміни і перетворення, розуміють як «**діяльність**». Це мета людини, її інструмент, процес і результат. Діяльність відбувається в повсякденному житті, роботі, наукових, військових, соціальних та культурних сферах життя. Без реалізації потреб базового рівня, якою є потреба в безпеці, людина не зможе задовольнити соціальні потреби, потреби в признанні та у самовираженні. Це можливо тільки за допомогою складного біологічного процесу, що відбувається в організмі людини та дозволяє підтримувати гарне здоров'я та працездатність – життєдіяльності. Таким чином, **безпека життєдіяльності (БЖД)** – комфортна і безпечна взаємодія людини з навколишнім середовищем: природним, техногенним, соціально-політичним.

Історія виникнення напрямку БЖД людини починається з самого початку розвитку виникнення питань з забезпеченням особистої безпеки. На зорі виникнення людства основні загрози відбувалися, головним чином, через природні катаклізми, тобто джерелами небезпеки були **природні** об'єкти навколишнього середовища, **стихійні лиха** – це природні явища, що діють з великою руйнівною силою, заподіюють значну шкоду територіям, на яких відбувається, порушується нормальна життєдіяльність населення, завдають матеріальних збитків. До них належать землетруси, повені, посухи, космічні джерела: метеорити, комети, сонячна активність та глобальне потепління і т.ін. Але з часом, з'явилися загрози, що виникли через дії самої людини, джерелами

цих загроз стали війни і конфлікти, екологічна і техногенна небезпека. Джерелами **техногенних** небезпек є відповідні об'єкти техносфери, пов'язані з впливом на людину об'єктів матеріально-культурного середовища. **Техносфера** – частина біосфери (оболонка землі, яка охоплює нижню частину атмосфери, гідросфери та літосфери верхньої частини), перетворена людьми за допомогою прямої або непрямої дії технічних засобів з метою якнайкращої відповідності своїм матеріальним і соціально-економічним потребам.

До **соціально-політичних** джерел небезпек належать небезпеки, викликані низьким духовним і культурним рівнем. Джерелами цих небезпек є відносини людей в суспільстві, незадовільний матеріальний стан, погані умови проживання, страйки, повстання, революції, конфліктні ситуації на міжнаціональному, етнічному, расовому чи релігійному ґрунті.

Ця класифікація за джерелами походження є найбільш вдалою класифікацією небезпек. Подібна класифікація прийнята і в державних стандартах у ході визначення надзвичайних ситуацій. Але найбільшу кількість становлять **комбіновані** небезпеки: природно-техногенні, природно-соціальні, соціально-техногенні та ін.

Людина давно живе не в природному, а в техногенно-зміненому середовищі, трансформованому під впливом своєї ж діяльності, тобто в техносфері. Хоча суспільство оволоділо величезним науко-технічним та природним потенціалом, воно не стало безпечним. Ще за часів Гіпократу (460–377 р. р. до н.е.) та Аристотеля (384–322 р. р. до н.е.) обговорювалися питання про поняття безпеки життєдіяльності, про важливість умов щодо виробничого процесу. На принципах Парацельсу (1493–1541 р.р.), відомого лікаря епохи Відродження: «Все є отрута, все є ліки – все залежить від їх дози, норми», засновано нормування дії гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин на людину. Німецький лікар та вчений Агрикола (1494–1555 рр.), італійський лікар Рамаццані (1633–1714 рр.), російський вчений та дослідник М.В. Ломоносов (1711–1765 рр.) та інші, заклали в своїх роботах основи сучасного навчання про безпеку життєдіяльності.

Пізніше, з розвитком промисловості та інтенсифікації виробництва з'явилися роботи вчених і дослідників, за допомогою яких були розроблені основи системного аналізу безпеки, що дозволяє виявляти небажані ситуації; закладені основи навчання про трудову діяльність, про безпеку навколишнього середовища, та інші питання, що є основними для сучасної дисципліни – безпеки життєдіяльності.

Швидка індустріалізація та урбанізація, різке зростання населення

планети, інтенсивна хімізація сільського господарства, посилення багатьох інших видів антропогенного тиску на природу порушили біологічний кругообіг речовин у природі, пошкодили її регенераційні механізми, внаслідок чого почалося її прогресуюче руйнування. Це поставило під загрозу здоров'я та життя сучасного та майбутніх поколінь людей, існування людської цивілізації. Таким чином, впродовж сторіч людство вдосконалювало середовище проживання, а в результаті отримало найвищу ступінь ризику свого існування. За останні 20 років трапилося більше 50% найбільших катастроф у промисловості і на транспорті, а в 80–ті роки ХХ сторіччя – майже 33%. Не дивлячись на удосконалення технічних засобів, аварійність та її негативні наслідки постійно зростають.

Особливу небезпеку становлять зосередження різних нафтопроводів; устаткування об'єктів паливно-енергетичних комплексів, особливо таких, які вже відпрацювали свій ресурс. По Україні розміщено 15 діючих блоків АЕС, 44 великих енергетичних об'єктів, 1571 хімічно небезпечних об'єктів, на яких зосереджено одночасно 250 тис. т сильнодіючих отруйних речовин. На території України локалізовано 6 тис. великих водосховищ, мережу трубопроводів, у тому числі 830 км магістрального аміакопроводу, 6 тис. км нафтопроводів, 16,7 тис. км газопроводів.

У Харкові і області знаходиться 754 потенційно небезпечних об'єктів, серед них 93 хімічно небезпечних об'єктів з 18 видами отруйних речовин: хлором, аміаком, кислотами. Тому, при вибуху тільки «ємності» з сірчаною (60 т) і азотною (1,6 т) кислотами на заводі ХЕМЗ, Харків і область будуть заражені в радіусі 4 км, зараження покриє половину міста. А, якщо подібна аварія трапиться на «Коксохім» (100 т бензолу, 200 т сірчаної кислоти), область зараження буде удвічі більшою. Ще: при аварії на велозаводі (120 т кислот, радіус зони зараження ~ 22 км) або на станції Сортувальна (1,50 т хлору, радіус зони зараження – 57 км) – може наступити кінець світу.

Такий стан навколишнього середовища і негативні прогнози щодо глобальної соціо-екологічної ситуації спонукали до проведення спеціальних досліджень та виконання заходів, які б сприяли збереженню рівноваги в природі та задоволенню вимог безпеки життя людства.

Задля дослідження стану навколишнього середовища в контексті глобальних перспектив на 38 сесії Генеральної Асамблеї ООН у 1983 р. була створена Міжнародна комісія з навколишнього середовища та розвитку. На основі оцінок авторитетних експертів у 1987 р. комісія підготувала фундаментальне дослідження «Наше спільне майбутнє». На сучасному рівні об'єктивних

знань у ньому відображено розуміння світовим співтовариством гостроти соціо-екологічної проблематики, необхідність глобальної переорієнтації соціально-політичного, економічного, технічного, технологічного та культурного розвитку, здійснення для цього відповідних національних і загальнопланетарних проектів.

На Всесвітньому форумі в Ріо-де-Жанейро у 1992 році відбулася конференція ООН, присвячена Концепції сталого розвитку світового співтовариства для досягнення стабільного соціального, економічного та екологічного розвитку суспільства. Конференція прийняла документ щодо дій в області безпечної діяльності людства «Порядок денний XXI сторіччя» та зробила висновок, що єдиний спосіб забезпечити безпечне майбутнє – сумісне вирішення проблеми розвитку економіки та збереження навколишнього середовища. Наша країна заявила про підтримку Концепції ООН «Про сталий людський розвиток». Законодавчою базою для реалізації цих завдань є низка нових законів, що стосуються захисту населення від надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру. Таким чином, виник науково обґрунтований компроміс між об'єктами природи і соціальною, виробничою та іншою діяльністю людини. В результаті чого відповідальність за такий компроміс взяла на себе дисципліна «Безпека життєдіяльності», яка є багатопрофільною галуззю знань про закони природозберігаючого формування техносфери планети та її збалансованого економічного суспільного розвитку.

БЖД є комплексною дисципліною, що інтегрує досягнення цілого ряду наук: природознавчих, інженерних, соціальних та економічних. Вона є більш універсальною, ніж окремі напрямки наукових досліджень, такі як екологія чи охорона праці, цивільний захист, оскільки останні розглядають лише окремі випадки безпеки в конкретних ситуаціях, зокрема екологія вивчає питання безпеки людини в навколишньому середовищі, охорона праці вивчає безпеку людини, яка знаходиться в умовах виробництва, а цивільний захист – в надзвичайних ситуаціях, тоді як безпека життєдіяльності вивчає питання безпеки людини у всіх життєвих обставинах. В основі безпеки життєдіяльності лежать загальні закони природи, насамперед, закон причин і наслідків.

На сьогодні, більшість сучасних авторів-дослідників з питань БЖД погоджуються з визначенням безпеки життєдіяльності як галузі знань та науково-практичної діяльності, спрямованої на:

1) вивчення:

- загальних закономірностей виникнення небезпек, їх властивостей, наслідків впливу їх на організм людини та об'єкти середовища;

- захисту здоров'я та життя людини і середовища, її проживання без небезпек,

2) розробку та реалізацію відповідних засобів і заходів щодо створення й підтримки здорових і безпечних умов життя та діяльності людини, як у повсякденному житті, так і в умовах надзвичайних ситуацій.

Таким чином, можна сказати, що **безпека життєдіяльності** – це галузь науково-практичної діяльності, що вивчає проблеми безпечного перебування людини в середовищі: природному, техногенному, соціальному, в різних його процесах та формує знання про захищеність життя і діяльності особистості, суспільства і життєвого середовища від факторів небезпеки природного та штучного характеру й ризику зазнати шкоди тощо. **Фактором небезпеки** називається фактор (будь-який хімічний, фізичний, біологічний чинник, речовина, матеріал або продукт), дія якого за певних умов призводить до травми або погіршення здоров'я, хвороби людини, а також до аварії, катастрофи.

Фактор або група факторів небезпеки, що належать до природної сфери, формують появу природних небезпек, характеризують несприятливий вплив на людину та на всі живі організми природного середовища. До цієї групи належать кліматичні, ґрунтові, геоморфологічні та біотичні чинники.

До факторів небезпеки в техногенній сфері належать технічні, санітарно-гігієнічні, організаційні та психофізіологічні чинники.

В соціальній сфері небезпека пов'язана з державно-правовими, етносоціальними, інформаційними та психологічними чинниками. Наведені вище фактори небезпеки підтверджують об'єктивні умови існування великого спектра небезпек, різноманітних за походженням та сферою прояву.

Тому, одним з головних визначень БЖД, як галузі науково-практичної діяльності, є небезпека. Згідно з головною аксіомою БЖД будь-яка діяльність людини є потенційно небезпечною, тобто абсолютної безпеки не існує. Кожен з нас мав змогу не раз переконатися в достовірності цього твердження. Якщо БЖД – це комплексна система знань про захищеність життя і діяльності особистості, суспільства і життєвого середовища від небезпечних факторів природного і штучного характеру, то що є небезпекою? В сучасній літературі зустрічаються такі визначення:

Небезпека – ситуація у навколишньому (людини) середовищі, за якої за певних умов (випадкового або детермінованого характеру) можливе виникнення чинників небезпеки, здатних призвести до одного або сукупності таких

небажаних наслідків:

1) відхилення здоров'я людини від середньостатистичного значення, тобто до захворювання або смерті (під **здоров'ям** згідно з визначенням ВООЗ розуміють об'єктивний стан і суб'єктивне відчуття повного фізичного, психологічного і соціального комфорту);

2) погіршення стану навколишнього середовища, обумовленому нанесенням матеріального або соціального збитку.

Небезпеку можна визначити, як стан, за якого фактори можуть проявити свою негативну дію за певних умов, збігу обставин та проявитися при недотриманні принципів безпечної життєдіяльності.

Інакше кажучи, **небезпека** – це явища, процеси, об'єкти, здатні за певних умов завдавати збитку людині безпосередньо (наприклад, захворювання, втрата власності) або побічно (наприклад, порушення господарської діяльності, що веде до суб'єктивного відчуття неповного комфорту, погіршення споживаної води, що веде до різних змін в організмі людини).

Організація об'єднаних націй (ООН) надає таке визначення терміну «**небезпека**»: «Потенційно згубне фізичне явище, подія або діяльність людини, які можуть призводити до загибелі людей або нанесення їм тілесних ушкоджень, заподіяння шкоди майну, порушення функціонування соціальних і економічних систем або погіршення стану навколишнього середовища. Небезпеки можуть включати приховані умови, що несуть в собі майбутні загрози, і можуть обумовлюватися різними причинами: природними (геологічними, гідрометеорологічними та біологічними) або викликаними процесами життєдіяльності людини (погіршення стану навколишнього середовища і техногенні небезпеки)».

Згідно з ДСТУ 2293:2014 (див. також ДСТУ 2156 і ДСТУ EN 292–1) **небезпека** – джерело чи ситуація, що потенційно може призвести до травмування, погіршення здоров'я чи смерті людини, завдавати шкоду майну, довкіллю, чи їх комбінація.

Іншими словами, **небезпека** – потенційна можливість дії негативних факторів на об'єкт (предмет) дії. **Небезпека** тісно пов'язана з факторами небезпеки. Вони поділяються на небезпечні, шкідливі і вражаючі чинники. Цей розподіл досить умовний, один і той самий чинник може спричинити загибель людини, захворювання, чи не завдати ніякої шкоди завдяки її силі, здатності організму до протидії.

Небезпечний чинник – складова частина небезпечного явища або процесу, що характеризується фізичною, хімічною, біологічною чи іншою дією

(впливом), перевищенням нормативних показників і створює загрозу життю та/або здоров'ю.

Шкідливий чинник – чинник, дія якого на людину або навколишнє середовище в певних умовах призводить до захворювання або зниження працездатності людини, а також до поступового погіршення стану навколишнього середовища унаслідок зміни його параметрів. На відміну від небезпечного чинника, шкідливий чинник проявляє свою дію постійно у часі та просторі при контакті людини з ним, збільшуючи ступінь ризику погіршення здоров'я, життєздатності і навіть втрати життя.

Вражаючий чинник – чинник небезпеки, що має «крайню форму» дії на людину і навколишнє середовище, що характеризується істотними несприятливими наслідками для людини і суспільства в цілому. За механізмом свого впливу вони можуть бути первинними або вторинними, а також носити комбінований характер.

Як правило, небезпечні і шкідливі чинники є причиною нещасного випадку, а вражаючі – причиною катастроф.

Нещасний випадок – це випадок дії на людину або навколишнє середовище чинника небезпеки, що характеризує пошкодження організму людини, порушенням його функціонування, а також нанесенням матеріального або соціального збитку. **Аварія** – небезпечна подія техногенного походження, яка створює на об'єкті, території або в акваторії загрозу для життя і здоров'я людей і призводить до руйнування будівель, споруд, устаткування, транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу або завдає шкоди навколишньому середовищу. Велика за масштабами аварія чи інша подія, що призводить до тяжких наслідків, визначається як **катастрофа**. Обстановка на окремій території чи суб'єкті господарювання на ній або водному об'єкті, яка характеризується порушенням нормальних умов життєдіяльності населення, спричинена катастрофою, аварією, пожежею, стихійним лихом, епідемією, застосуванням засобів ураження або іншою небезпечною подією, що призвела до виникнення загрози життю або здоров'ю населення, великої кількості загиблих і постраждалих, завдання значних матеріальних збитків може призвести до **надзвичайної ситуації** (НС), за якої неможливе проживання населення на такій території чи об'єкті, провадження на ній господарської діяльності.

Основою для побудови наукових теорій в природних науках є наявність об'єктивних загальних закономірностей. Виявлення цих закономірностей надало можливість поділення комплексної дисципліни БЖД, що вивчає

питання безпеки людини у всіх життєвих обставинах, на сучасному етапі задля більш точного вирішення складних питань щодо забезпечення безпеки, на **основні напрямки**: безпека особистості, безпека праці, безпека руху, радіаційна безпека суспільства, біологічна безпека, військова безпека, громадська безпека, екологічна безпека, економічна безпека, енергетична безпека, інформаційна безпека, національна безпека, пожежна безпека, продовольча безпека, ядерна безпека, попередження надзвичайних ситуацій, цивільний захист, безпека продукції та послуг, безпека споруд, будівель та інженерних мереж тощо.

Так, наприклад, **безпека праці** аналізує та вивчає умови праці на об'єктах матеріального виробництва, що виключають вплив небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища на працюючих. **Виробниче середовище** – простір, у якому відбувається трудова діяльність людини. Це сукупність фізичних, хімічних, біологічних, соціальних та інших факторів, які впливають на людину під час виконання трудових обов'язків. Безпека праці підтримується шляхом виконання комплексу заходів щодо запобігання травматизму, захворювань і аварій.

Безпека праці в Україні регулюється нормативними документами (документи, які встановлюють правила, загальні принципи чи характеристики різних видів діяльності або їхніх результатів), які об'єднані в Систему Стандартів Безпеки Праці (ССБП). Їх класифікація поширюється на всі основні види праці.

Екологічну безпеку розуміють як такий стан та умови навколишнього природного середовища, за якого забезпечується екологічна рівновага та гарантується захист навколишнього середовища: біосфери, атмосфери, гідросфери, літосфери, видового складу тваринного і рослинного світу, природних ресурсів, збереження здоров'я і життєдіяльності людей. **Навколишнє середовище** – середовище, що виявляє постійну дію на здоров'я людини шляхом матеріальних чинників. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (ст. 50) також визначає екологічну безпеку як стан навколишнього природного середовища, за якого забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров'я людей, що гарантується здійсненням широкого комплексу взаємо-пов'язаних екологічних, політичних, економічних, технічних, організаційних, державно-правових та інших заходів. Сьогодні триває процес удосконалення законодавства щодо забезпечення екологічної безпеки шляхом ухвалення закону «Про екологічну (природно-техногенну) безпеку».

Пожежна безпека визначається відсутністю неприпустимого ризику виникнення і розвитку пожеж та пов'язаної з ними можливості завдання шкоди живим істотам, матеріальним цінностям і довкіллю.

Таким чином, фахівці, вчені та дослідники, що працюють над проблемами щодо забезпечення безпеки для кожного з основних напрямків БЖД, мають можливість визначення та ідентифікації джерел небезпек, що притаманні для кожного напрямку БЖД, оцінюють, прогнозують та регулюють небезпечну та шкідливу дію визначених джерел за допомогою певних методів, заходів і засобів. Мета для кожного прикладного напрямку БЖД є такою самою, як і для самої дисципліни – забезпечення оптимальних умов життя для кожної людини окремо та людства в цілому, такими ж є і задачі за допомогою яких реалізується основна мета, а саме:

- ідентифікації небезпек техносфери;
- розробки та використання засобів захисту від небезпек;
- неперервного контролю та моніторингу у техносфері;
- навчання працюючих та населення основам захисту від небезпек;
- розробки заходів щодо ліквідації наслідків прояви небезпек.

Для кожного науково-прикладного напрямку з БЖД відрізняється об'єкт та предмет дослідження, а також виконання комплексу заходів щодо запобігання небажаних наслідків дії визначених небезпек.

На основі цих науково-практичних напрямків БЖД формуються спеціальні дисципліни, які вирішують спеціальні проблеми безпеки – ергономіка, охорона праці, цивільний захист, безпека праці в індустрії інформаційних технологій, техноекологія, екологія виробництва, комунальна гігієна тощо. Кожний фахівець, кожна людина повинна передбачати і підготуватися заздалегідь, бути готовою протистояти будь-якій небезпеці і дотримуватися елементарних **правил безпеки життєдіяльності**:

1. Передбачати і усвідомлювати небезпеку і уникати її.
2. Бути в курсі загроз, які оточують нас і в курсі наших власних можливостей.
3. Діяти швидко і грамотно.

Безпека життєдіяльності – не засіб особистого захисту, а дисципліна, що навчає основам захисту особистості, суспільства, держави, людства. Негативні зміни середовища визначають необхідність того, що сучасний фахівець повинен бути достатньо підготовлений до успішного рішення задач, що виникають з забезпечення безпеки працюючих та населення, а також з ліквідації наслідків стихійних явищ, аварій та катастроф. Навчання в навчальних

зкладах дисципліни «БЖД» допомагає розробці ідеології безпеки, навичкам конструктивного мислення та поведінки, а також безпечно здійснювати свої професійні функції. Фахівець, що досконало засвоїв дисципліну «Безпека життєдіяльності», здатний вміло діяти в умовах небезпеки, захищаючи таким чином як своє життя та здоров'я, так і життя та здоров'я інших людей.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

1.1 Законодавча база безпеки життєдіяльності

Для створення безпечного стану довкілля, виробництва, побутових умов для комфортної життєдіяльності людини необхідне ефективне правове забезпечення – **законодавство з безпеки життєдіяльності**, яке ґрунтується на Конституції України і включає такі закони України (рис. 1.1):

- з охорони праці;
- з охорони навколишнього середовища;
- з дорожнього руху;
- з цивільного захисту;
- з охорони здоров'я.



Рисунок 1.1 – Узагальнена структура законодавства з безпеки життєдіяльності

Законодавство з **охорони праці** включає: Закон України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю (КЗпП), Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та прийнятих до них нормативно-правових актів з охорони праці (НПАОП).

Основні принципи державної політики у сфері охорони праці такі:

- пріоритет життя і здоров'я працівників;

– повна відповідальність роботодавця за створення належних безпечних і здорових умов праці та соціальний захист працівників;

– повне відшкодування особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.

Для реалізації цих принципів у сфері охорони праці на кожному конкретному підприємстві, виробництві, організації, компанії тощо, необхідно дотримуватися за допомогою законодавчих правових і нормативних актів:

– суцільного технічного контролю за станом виробництва, технології та продукції;

– сприянню підприємствам, організаціям, компаніям у створенні безпечних та нешкідливих умов праці.

Законодавча база **охорони навколишнього середовища** складається із Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 р., та розроблених відповідно до Закону кодексів із охорони і використання окремих природних ресурсів, а саме з Земельного кодексу України, Водного кодексу України та Лісового кодексу України. Також складається з Законів України з охорони довкілля:

– «Про охорону атмосферного повітря»;

– «Про природоохоронний фонд України»;

– «Про тваринний світ»;

– «Про екологічну експертизу»;

– «Про захист рослин»;

– «Про рослинний світ»;

– підзаконних нормативно-правових актів, що видаються державними органами України на підставі зазначених законів.

Завданням законодавства про охорону навколишнього природного середовища є регулювання відносин у галузі охорони, використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, запобігання і ліквідації негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, збереження природних ресурсів та природних об'єктів, пов'язаних з історико-культурною спадщиною.

Закон України «Про дорожній рух» визначає правові та соціальні **основи дорожнього руху**, регулює суспільні відносини у сфері дорожнього руху та його безпеки, визначає права, обов'язки і відповідальність учасників дорожнього руху, органів державної виконавчої влади, підприємств, організацій та установ незалежно від форм власності та господарювання з метою захисту життя і здоров'я громадян, створення безпечних і комфортних умов для

учасників дорожнього руху (водіїв і пасажирів транспортних засобів, пішоходів, велосипедистів, погоничів тварин) та охорони навколишнього середовища.

Законодавча база з БЖД для **надзвичайних ситуацій** включає Кодекс цивільного захисту України, прийнятий 2 жовтня 2012, введений у дію з 1 липня 2013 року, що замінив собою низку законів, у тому числі: «Про Цивільну оборону України», «Про пожежну безпеку», «Про загальну структуру і чисельність військ Цивільної оборони», «Про війська Цивільної оборони України», «Про аварійно-рятувальні служби», «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру», «Про правові засади цивільного захисту».

Кодекс регулює відносини, пов'язані із захистом населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій, реагуванням на них, функціонуванням єдиної державної системи цивільного захисту, та визначає повноваження органів державної влади, органів місцевого самоврядування, права та обов'язки громадян України, іноземців та осіб без громадянства, підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності.

Реалізація державної політики у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру законодавством визначено як одне з пріоритетних завдань Кабінету міністрів України, усіх центральних органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, адміністрацій підприємств, організацій, установ незалежно від форм власності та підпорядкування.

Формування сучасного законодавства України **про охорону здоров'я** почалося з перших років незалежного розвитку держави. 19 листопада 1992 р. Верховна Рада України прийняла Основи законодавства України про охорону здоров'я, які стали законодавчим фундаментом для подальшого розвитку законодавства про охорону здоров'я і визначили правові, організаційні, економічні, соціальні основи охорони здоров'я населення України.

Право на охорону здоров'я передбачає:

- життєвий рівень, необхідний для підтримки здоров'я людини;
- безпечне для життя і здоров'я навколишнє природне середовище;
- безпечні та здорові умови праці, навчання, побуту і відпочинку;
- створення мережі закладів охорони здоров'я та надання всім громадянам гарантованого рівня медико-санітарної допомоги;
- кваліфіковану медико-санітарну допомогу, до якої входить також

вільний вибір лікаря та медичної установи;

– компенсування шкоди, завданої здоров'ю;

– здійснення державного нагляду в сфері охорони здоров'я; встановлення відповідальності за порушення прав громадян у сфері охорони здоров'я.

Основи законодавства України про охорону здоров'я регулюють суспільні відносини у цій галузі з метою забезпечення гармонійного розвитку фізичних і духовних сил, високої працездатності та довголітнього активного життя громадян, усунення факторів, що шкідливо впливають на їх здоров'я, попередження і зниження захворюваності, інвалідності та смертності, поліпшення спадковості.

Сформована на сьогодні в Україні нормативно-правова база з питань охорони здоров'я складається із 170 законів України і значної кількості підзаконних нормативно-правових актів – 135 указів Президента, 505 постанов Уряду, 2931 наказ Міністерства охорони здоров'я України, які регулюють відносини у сфері надання медичної допомоги, медичних послуг і охорони здоров'я населення.

Таким чином, **правову основу безпеки життєдіяльності** встановлює Конституція України, як за своїми юридичними особливостями, так і своїми принципами, тобто юридично вираженими об'єктивними закономірностями організації і функції соціально-економічної, політичної, духовної сфер суспільства, правового положення особи. Конституційні норми, з одного боку, закладають *суть безпеки* (норми–принципи), а з іншого, указують на цілі подальшого *розвитку* і *реалізацію* правового забезпечення безпеки життєдіяльності (норми–програми, норми–завдання, норми–зобов'язання). Реалізація і розвиток основних конституційних положень, які регламентують суспільні правовідносини, безпосередніми суб'єктами яких є особа і держава, здійснюється за допомогою як чинних фундаментальних нормативно-правових актів (Кодексів України про адміністративні правопорушення, Кримінального Кодексу), так і спеціальних (Кодексів Законів про працю, Законів «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про охорону атмосферного повітря», Земельного Кодексу та ін.). Поряд з нормативними актами, прийнятими найвищим законодавчим органом держави, для встановлення взаємозв'язків, а у ряді випадків і реалізації окремих правових норм або їх елементів, до правової бази безпеки життєдіяльності належать спеціальні акти, розроблені за дорученням виконавських державних органів всіх рівнів (Кабінет Міністрів, Міністерства, Державні Комітети та ін.).

Основними принципами, що систематизують нормативні акти з безпеки

життєдіяльності (які за ієрархією знаходяться нижчими за закони) є встановлення взаємовідносин в області виробництва, в зонах дії небезпечного чинника (у тому числі і чинників навколишнього середовища), а також щодо управління основних технологій безпеки життєдіяльності (розслідування нещасних випадків, навчання, організація робіт тщо), узагальнюючими навичками систем у суспільстві, соціально-економічне і політичне положення держави, можливості сприйняття і використання законодавчих актів у користь споживачів та ін. Створення певної нормативно-правової бази, що визначає здійснення профілактичних заходів щодо зниження окремих небезпек для життя і здоров'я людини, функціонування Національної та регіональних рад з питань безпечної життєдіяльності населення, комісій з питань техногенно-екологічної безпеки, відповідних громадських і наукових організацій **мають** забезпечувати **позитивні** результати щодо безпеки життєдіяльності.

Таким чином, **правове регулювання безпеки життєдіяльності** в Україні на сучасному етапі розвитку виходить з потреб людини в реалізації соціальних, економічних, науково-технічних, екологічних, національних захистів, які впливають на стан забезпечення життєдіяльності і міжнародної безпеки населення держави.

1.2 Основи взаємодії людини з техносферою

Перед суспільством на усіх етапах його розвитку стояло завдання підвищення ефективності трудового процесу, удосконалення методів виробництва продуктів і засобів, які необхідні для існування людства. У процесі роботи людина взаємодіє з виробничим середовищем, яке у свою чергу, розглядається як соціальне явище, що містить окрім технічних елементів і природних чинників, спеціальні елементи, які формуються під сумісною дією виробничих сил і виробничих відносин, а сама людина потрапляє під дію багатьох чинників, різних за своїм походженням, формами, проявом, характером дії тощо, які у ряді випадків можуть бути шкідливими або небезпечними. **Середовище** – це навколишнє середовище людини, яке зумовлене сукупністю чинників (фізичних, хімічних, біологічних, інформаційних, соціальних), здатних чинити пряму або непряму, негайну або віддалену дію на життєдіяльність людини, її здоров'я і потомство (рис. 1.2).

Людина та її середовище існування безперервно знаходяться у взаємодії, що утворюють постійно діючу систему «людина – середовище існування». У процесі еволюційного розвитку світу складові цієї системи безперервно

змінювалися. За роки існування людства змінилася сама людина, зросла чисельність населення Землі і рівень урбанізації, також змінилася соціальна основа людського суспільства. У зв'язку з цим розширилася територія освоєних людиною земель та її надр, природне середовище відчуло та відчуває зараз зростаючий вплив людського співтовариства.

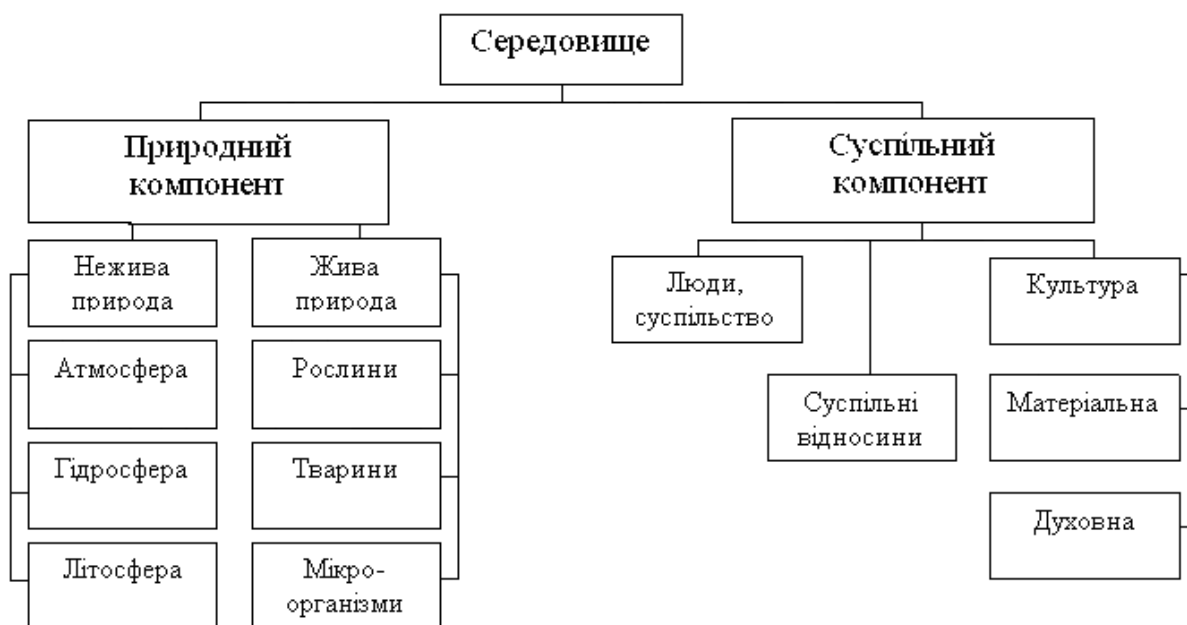


Рисунок 1.2 – Компоненти середовища людини і суспільства

Протягом свого життя та професійної діяльності людина має вміти визначати та аналізувати потенційні небезпеки, наслідки їх впливу, а також знати та вміти впроваджувати методи і заходи усунення або захисту від небезпек. У своїй діяльності фахівець будь-якої галузі має враховувати, що вимоги до безпеки умов праці є органічною частиною процесу створення нової техніки і технології: життя людини та її здоров'я є вищими цінностями цивілізованого суспільства.

Йшли роки, мінялися сторіччя але, не дивлячись на значний прогрес в розвитку техніки і науки, питання виживання індивідуума і людства в цілому продовжує хвилювати учених і бути одним з основних. Усе це добре ілюструє трикутник потреб людини. Потреби людини на сьогодні добре вивчені і класифіковані. Американським ученим-дослідником А. Маслоу була складена структура потреб людини у вигляді «піраміди потреб», що показує спадання потреб за категоріями (рис. 1.3). Всі людські потреби він розділив на п'ять груп і назвав їх базовими потребами. Цим вчений хотів показати, що потреби нижніх рівнів вимагають задоволення і, отже, впливають на поведінку людини перш,

ніж на мотивації почнуть позначатися потреби більш високих рівнів.



Рисунок 1.3 – Піраміда потреб людини

Щодо сучасного суспільства, то відповідно до щорічного звіту ООН, безпека життя і діяльності людини має 2 аспекти:

1. Безпека від хронічних загроз (голод, хвороби, репресії і т.ін.).
2. Захист від неочікуваних і шкідливих руйнівних подій в умовах щоденного життя.

Протягом життя та будь-якої діяльності людина зустрічається з великою кількістю потенційно небезпечних ситуацій. *Природні небезпеки*, обумовлені кліматичними і природними явищами, виникають при зміні погодних умов, наприклад, природної освітленості в біосфері. Для захисту від таких повсякденних небезпек (холод, темрява тощо) людина використовує житло, одяг, системи опалювання і кондиціонування, а також системи штучного освітлення, тобто формує техносферу.

Людина, що вирішує задачі свого матеріального забезпечення, безперервно впливає на середовище своєю діяльністю і продуктами діяльності (технічними засобами, викидами різних виробництв тощо), генеруючи в середовищі *техногенні і антропогенні небезпеки*. Техногенні небезпеки створюють елементи техносфери – машини, споруди, речовини тощо, а антропогенні небезпеки виникають в результаті помилкових або не санкціонованих дій людини або груп людей.

Узагальнюючи, безпека життєдіяльності – наука про комфортну і безпечну взаємодію людини з **техносферою** (рис. 1.4), яка є регіоном біосфери, що перетворений людьми за допомогою прямої або непрямой дії технічних

засобів з метою якнайкращої відповідності своїм матеріальним і соціально-економічним потребам.



Рисунок 1.4 – Поняття техносфери

Людина, коли створювала техносферу, прагнула до підвищення комфортності довкілля, до зростання комунікабельності, до забезпечення захисту від природних негативних впливів. Все це позитивно позначилось на умовах життя і в сукупності з іншими факторами (покращання медичного обслугово-вування тощо) відбилося на тривалості життя людей: Техносфера багато-планова, вона включає до себе регіони міста, промислової зони, виробниче і побутове середовище. Отже, техносферу можна поділити на виробниче і побутове середовище.

Виробниче середовище – це простір, в якому здійснюється трудова діяльність людини. Людина створила це середовище в процесі своєї трудової діяльності. Щоб жити, людина має забезпечити своє життя, насамперед матеріально. Матеріальне виробництво – передусім, це діяльність, спрямована на освоєння навколишнього природного середовища. Воно включає в себе промисловість і сільськогосподарську діяльність. Матеріальне виробництво є основою суспільного розвитку, тому що саме воно задовольняє найрізноманітніші людські потреби. *Побутове середовище* – це середовище проживання людини, що містить сукупність житлових будівель, споруд спортивного і культурного призначення, а також комунально-побутових організацій і установ.

Однак, розглядаючи безпеку людини як поняття, що стосується сутності людського життя, сфери її діяльності і взаємозв'язків з середовищем (рис. 1.5), ми не маємо права забувати про природне навколишнє середовище. Природний компонент середовища складає сукупний простір, безпосередньо або опосередковано доступний людині. Це, насамперед, планета Земля з її різноманітними оболонками: атмосфера, гідросфера, літосфера, біосфера. У сучасних умовах повсюдного забруднення довкілля особливо актуальним є питання екологічної безпеки.

Таким чином, виконуючи певну діяльність у навколишньому середовищі або навіть існуючі, людина потрапляє під дію потенційної небезпеки.

Потенційна небезпека може реалізуватися у формі захворювань або травм. Але наявність потенційної небезпеки не завжди супроводжується її негативним впливом на людину.

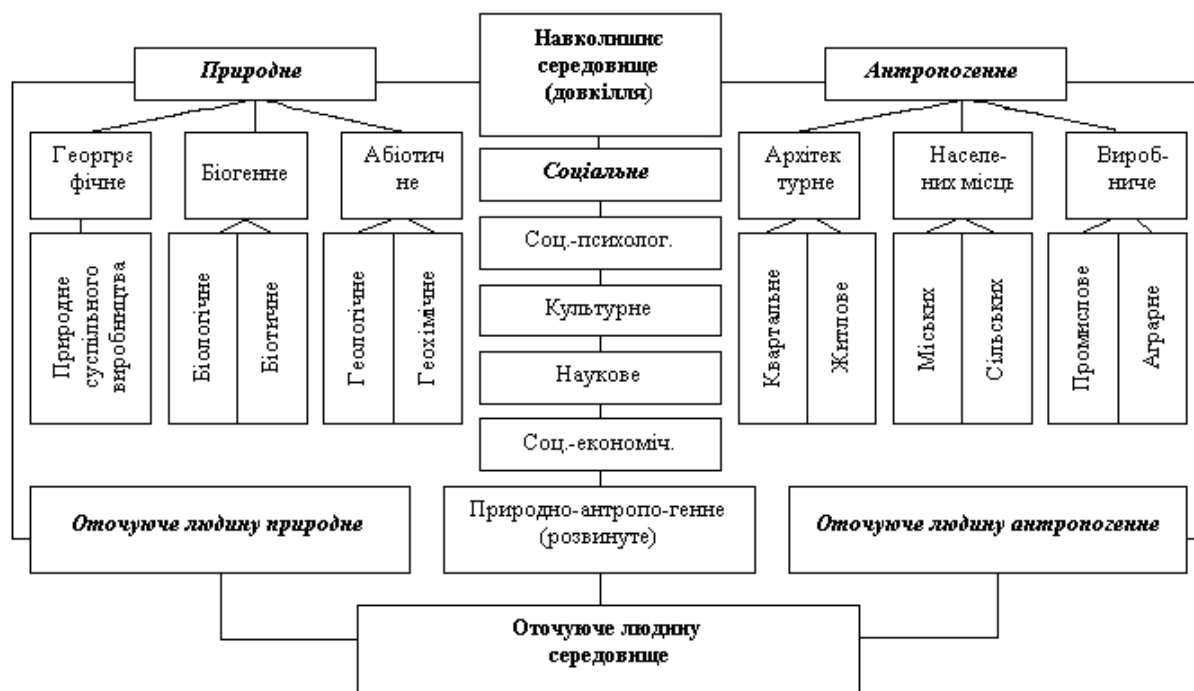


Рисунок 1.5 – Типологія поняття «навколишнє середовище»

Якщо перефразувати аксіому про потенційну небезпеку, яка сформульована О.Н. Русаком, можна констатувати:

Життєдіяльність людини потенційно небезпечна.

Цей основний закон БЖД свідчить, що всі дії людини та всі компоненти середовища, перш за все технічні засоби і технології, окрім позитивних властивостей і результатів мають здатність генерувати, травмуючи і шкідливі чинники. При цьому будь-яка нова позитивна дія або результат неминуче супроводиться виникненням нових негативних чинників.

Аналіз реальних ситуацій, подій і чинників вже сьогодні дозволяє сформулювати ряд аксіом науки щодо безпеки життєдіяльності в техносфері. До них належать:

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

Порогові або гранично допустимі значення небезпек встановлюються за умовою збереження функціональної і структурної цілісності людини і природного середовища. Дотримання гранично допустимих значень потоків створює безпечні умови життєдіяльності людини в життєвому просторі і

виключає негативний вплив техносфери на природне середовище.

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

Небезпеки виникають за наявності дефектів і інших несправностей в технічних системах, при неправильному використуванні технічних систем, а також через наявність відходів, які супроводжують експлуатацію технічних систем. Несправності і порушення режимів використання технічних систем призводять, як правило, до виникнення травмонебезпечних ситуацій, а виділення відходів (викиди в атмосферу, стоки в гідросферу, надходження твердих речовин на земну поверхню, енергетичні випромінювання і поля) супроводиться формуванням шкідливих дій на людину, природну силу і елементи техносфери.

Аксіома 3. *Техногенні небезпеки діють в просторі і в часі.*

Травмонебезпечні ситуації діють, як правило, короткочасно і спонтанно в обмеженому просторі. Вони виникають при аваріях і катастрофах, при вибухах і раптових руйнуваннях будівель і споруд. Зони впливу таких негативних дій, як правило, обмежені, хоча можливо розповсюдження їх впливу і на значні території, наприклад, при аварії на ЧАЕС.

Для шкідливих дій характерний тривалий або періодичний негативний вплив на людину, природне середовище і елементи техносфери. Просторові зони шкідливих дій змінюються в широких межах від робочих і побутових зон до розмірів всього земного простору. До останніх належать дії викидів парникових і озоноруйнуючих газів.

Аксіома 4. *Техногенні небезпеки негативно діють на людину, природне середовище і елементи техносфери одночасно.*

Людина і оточуюча його техносфера, знаходячись в безперервному матеріальному, енергетичному й інформаційному обміні, утворюють постійно діючу просторову систему «людина – техносфера». Одночасно існує і система «техносфера – природне середовище».

Техногенні небезпеки не діють вибірково, вони негативно впливають на всі складові вищезазначених систем одночасно, якщо останні опиняються в зоні впливу небезпек.

Аксіома 5. *Техногенні небезпеки погіршують здоров'я людей, призводять до травм, матеріальних втрат і до деградації природного середовища.*

Дія небезпечних чинників призводить до травм або загибелі людей, часто супроводжується осередковими руйнуваннями природного середовища і техносфери. Для дії таких чинників характерні значні матеріальні втрати. Дія шкідливих чинників, як правило, тривала, вона робить негативний вплив на

стан здоров'я людей, призводить до професійних захворювань. Впливаючи на природне середовище, шкідливі чинники призводять до деградації представників флори і фауни, змінюють склад компонентів біосфери. При високих концентраціях шкідливих речовин або при високих потоках енергії шкідливі чинники за характером своєї дії можуть наближатися до небезпечних дій. Так, наприклад, високі концентрації токсичних речовин у повітрі, воді, їжі можуть викликати отруєння.

Аксіома 6. *Захист від техногенних небезпек досягається вдосконаленням джерел безпеки, збільшенням відстані між джерелом безпеки і об'єктом захисту, застосуванням захисних засобів.*

Зменшити потоки речовин, енергії або інформації в зоні діяльності людини можна, зменшуючи ці потоки на виході з джерела безпеки або збільшенням відстані від джерела до людини. Якщо це практично нездійсненно, то потрібно застосовувати захисні заходи: захисну техніку, організаційні заходи тощо.

Аксіома 7. *Показники комфортності процесу життєдіяльності взаємозв'язані з видами діяльності і відпочинку людини.*

Це означає, що досягнення найефективнішої діяльності і якнайкращого відпочинку вимагає вибору і підтримки відповідних показників комфортності середовища. Наприклад, ефективна розумова праця реалізується влітку при температурі повітря в приміщенні в межах 23–25°C, а важка фізична праця в цих самих умовах – при температурі 18–20°C.

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

Широка і все зростаюча гамма техногенних небезпек, відсутність природних механізмів захисту від них вимагає надбання людиною навичок виявлення небезпек та застосування засобів захисту. Це досягне тільки в результаті навчання і набуття досвіду на всіх етапах освіти і практичної діяльності людини. Початковий етап навчання питанням безпеки життєвільності має співпадати з періодом дошкільної освіти, а кінцевий – з періодом підвищення кваліфікації і перепідготовки кадрів у всіх сферах економіки.

Таким чином, зрозуміло, що світ небезпек цілком пізнаваний та людина має достатньо засобів і способів захисту від техногенних небезпек. Для розуміння підходів до забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці, необхідно ознайомитися із загальними вимогами безпеки до виробничих процесів. Згідно з вимогами ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ. «Процеси виробничі. Загальні вимоги безпеки» та ДСТУ EN 292–1–2001 «Безпечність машин. Основні поняття, загальні принципи проектування» безпека будь-якого вироб-

ничого процесу забезпечується:

- вибором технологічних процесів, прийомів, режимів роботи і порядку обслуговування виробничого устаткування;
- вибором виробничих приміщень;
- вибором виробничого устаткування;
- вибором матеріалів (заготівок, напівфабрикатів);
- розміщенням виробничого устаткування і організацією робочих місць;
- розподілом функцій між людиною і устаткуванням у цілях обмеження тяжкості та напруженості праці;
- вибором способів зберігання і транспортування вихідних матеріалів (заготівок, напівфабрикатів), готової продукції і відходів виробництва;
- професійним відбором і навчанням працюючих;
- застосуванням засобів захисту працюючих;
- включенням вимог безпеки в нормативно-технічну (і технологічну) документацію.

1.3 Поняття безпеки

В процесі життєдіяльності людину постійно супроводжують ті чи інші небезпеки, тому вивчення їх особливостей, умов прояву, наслідки впливу – одне з основних завдань БЖД. Життєвий досвід людини показує, що шкоду людині може нанести будь-яка діяльність: робота на виробництві (трудова діяльність), різні види відпочинку, розваги та навіть діяльність, пов'язана з навчанням.

Очевидно, що центральним поняттям безпеки життєдіяльності є небезпека, вона є явищем, процесом, об'єктом, властивостями, які здатні за певних умов завдати шкоди здоров'ю чи життю людини як прямо, так і згодом.

Небезпека (згідно з ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терміни та визначення понять») – джерело чи ситуація, що потенційно може призвести до травмування, погіршення здоров'я чи смерті людини, завдавати шкоду майну, довкіллю, чи їх комбінація.

Небезпека властива всім системам, які мають енергію, хімічні або біологічні активні компоненти, а також характеристики, які не відповідають умовам життєдіяльності людини.

Науково-технічний прогрес та пов'язані з ним механізація і автоматизація, впровадження інформаційних технологій, застосування нових матеріалів, збільшення швидкості машин, потужності установок, використання

більш ефективних джерел енергії, привносить в сучасний процес життєвільності низку переваг та зручностей, робить працю більш продуктивною та з меншими фізичними навантаженнями. Водночас виникають нові небезпеки, які за своїм впливом та наслідками значно переважають попередні. Це обумовлено:

- впровадженням принципово нових технологій та видів техніки, розвитком атомної енергетики, освоєнням космічного простору та ін.;

- зростанням споживання всіх видів енергії та природних ресурсів;

- глобальними змінами природного середовища («парниковий» ефект, озонові діри, кислотні дощі тощо);

- збільшенням концентрації та виникненням нових забруднювачів навколишнього середовища (природного і виробничого), зокрема високо-токсичних хімічних сполук, мутагенних та канцерогенних органічних речовин та ін.;

- посиленням інформаційного тиску на психіку людини, що спричинює значну кількість психічних розладів;

- появою нових захворювань (наркоманія, СНІД та ін.);

- посиленням військового протистояння в локальних та міжнаціональних конфліктах, поширенням тероризму, загостренням криміногенної обстановки.

Виходячи з цього розрізняють:

Техногенно-виробничі небезпеки, які обумовлені господарською діяльністю людини, техногенно-виробничі небезпеки також називають антропогенними небезпеками;

Природно-екологічні небезпеки, які обумовлені причинами природного характеру;

Соціально-економічні небезпеки, які обумовлені причинами соціального, економічного і психологічного характеру.

В окрему групу можна виділити *військові небезпеки*, які обумовлені військовими діями, роботою військово-промислового комплексу, терористичними актами.

Кожна людина відчуває небезпеку інтуїтивно і розуміє значення її по-своєму. Згідно з висновками експертів ООН, більшість людей пов'язують відчуття небезпеки з буденними проблемами й повсякчасними клопотами, а не ґрунтують його на побоюванні глобальних катастроф чи міжнародних конфліктів. Захист житла, робочого місця, достатку, здоров'я, довкілля – основні проблеми безпечного самопочуття людини. Таким чином, небезпеки за пріоритетами, що прийняті в ЄС, поділяються на:

1. Безпека здоров'я.

2. Безпека їжі.
3. Екологічна безпека.
4. Особова безпека.
5. Економічна безпека.
6. Суспільна безпека.
7. Політична безпека.

Аналіз небезпек показує, що між ними може існувати причинно-наслідковий зв'язок, згідно з яким одна небезпека може бути причиною виникнення інших небезпек. За цією ознакою всі небезпеки поділяються на дві групи:

1) *основні небезпеки* – це небезпеки, в ході реалізації яких відповідні чинники небезпеки безпосередньо впливають на людину і навколишнє середовище;

2) *ініціюючі небезпеки* – це небезпеки, реалізація яких, окрім дії на людину і навколишнє середовище, є причиною виникнення нових, як правило основних, небезпек. Ініціюючими небезпеками можуть бути:

– промислові підприємства і технологічне устаткування, під час роботи або аварії яких можуть виникати основні небезпеки (наприклад, для підприємств хімічної промисловості основними небезпеками є вихід хімічних (токсичних) речовин – пожежонебезпечність, а ініціюючими – вибухонебезпека);

– екстремальні природні явища (землетруси, виверження вулканів, сели, обвали, урагани, смерчі, снігопад, ожеледь, лютий мороз або жара, підвищення рівня ґрунтових вод і ін.);

– несприятливі зміни екологічної обстановки (зниження вмісту кисню у водоймищі, зміна складу атмосфери, гідросфери та ін.);

– застосування зброї (війни, терористичні акти, випробування зброї і ін.).

Небезпека тісно пов'язана з чинниками небезпеки, кожна небезпека впливає на людину або навколишнє середовище за рахунок їхньої прямої дії.

Чинник небезпеки – це складова якого-небудь процесу або явища, викликана джерелом небезпеки, що характеризується фізичними, хімічними або біологічними діями з небажаними наслідками для людини.

Чинник небезпеки оцінюється відповідними параметрами, наприклад, повітряна ударна хвиля – через надмірний тиск на фронті, електростатичне поле – через напруженість електричного поля, отруйні хімічні речовини – через концентрацію в навколишньому середовищі.

Чинники небезпеки класифікуються:

1. *За часом виявлення* негативних наслідків:

- імпульсні – чинники, наслідки дії яких виявляються в процесі дії або відразу після;

- кумулятивні – чинники, у яких виявляється ефект накопичення після неодноразової дії.

2. За характером дії:

- активні – чинники, дія яких на людину не залежить від людини;
- пасивні – чинники, дія яких на людину залежить від дій людини.

3. За наслідках для людини:

- чинники, що викликають стомлення або відчуття некомфортності;
- чинники, що викликають незначні пошкодження;
- чинники, що викликають травми середньої тяжкості;
- чинники, що викликають серйозні травми;
- чинники, що викликають непрацездатність;
- чинники, що викликають смертельний результат.

4. За збитком:

- чинники, які завдають соціального збитку;
- чинники, які завдають економічного збитку;
- чинники, які завдають технічного збитку.

5. За сферою прояву:

- чинники, що виявляються в побутовій сфері;
- чинники, що виявляються у виробничій сфері;
- чинники, що виявляються в спорті;
- чинники, що виявляються в ДТП;
- військові чинники небезпеки.

Всі чинники небезпеки поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні (згідно з чинним до 2019 р. ГОСТ 12.0.003–74).

До **фізичних чинників небезпеки** належать чинники, взаємодія яких з людиною і навколишнім середовищем заснована на перетворенні енергії. До них належать такі:

- механічні (характеризуються потенційною або кінетичною енергією),
- термічні (характеризуються тепловою енергією),
- електричні (характеризуються електричною енергією),
- електромагнітні (характеризуються енергією електромагнітних коливань).

До фізичних факторів належать:

- підвищені або понижені: температура, вологість, атмосферний тиск; підвищена швидкість руху повітря;

- недостатня освітленість;
- машини, механізми або їх елементи, що рухаються або обертаються;
- конструкції, що руйнуються;
- елементи середовища, нагріті до високих температур;
- устаткування, що має підвищений тиск або розрідження;
- підвищені рівні електромагнітного, іонізуючого та акустичного випромінювання; підвищений рівень статичної електрики; підвищений рівень електричної напруги;
- перебування на висоті; невагомість і ряд інших.

Хімічні чинники небезпеки – це токсичні речовини різного агрегатного стану, здатні викликати які-небудь види загальної, місцевої або віддаленої несприятливої дії на організм людини.

Біологічними чинниками небезпеки є:

- а) патогенні мікроорганізми, до яких належать бактерії, рикетсії, гриби, віруси, спірохети, найпростіші і продукти їх життєдіяльності – токсини;
- б) організми, до яких належать тварини, комахи, рослини.

До патогенних мікроорганізмів належать мікроорганізми, що викликають інфекційні захворювання. Патогенні мікроорганізми, виникають при:

1) певному поєднанні природно-кліматичних умов і соціальних чинників, що ведуть до значного підвищення концентрації патогенних мікроорганізмів у навколишньому середовищі;

2) аваріях з викидом біологічних небезпечних речовин у довкілля, а також у разі застосування біологічної зброї.

Бактерії – це одноклітинні мікроорганізми рослинної форми. Бактерії різноманітні за розмірами і формою. Бактерії існують і розмножуються як в живих тканинах, так і в штучному живильному середовищі (спеціально приготуваної суміші живильних речовин). Одна бактерія здатна за добу дати потомство, що налічує мільярди тіл.

Віруси – це найменші мікроорганізми. Їх розміри в сотні раз менше розмірів бактерій і складають тисячні частки мікрона. Віруси можуть існувати і розмножуватися тільки в живих тканинах.

Рикетсії – це особлива група мікроорганізмів, що мають ознаки як бактерій, так і вірусів: на вигляд і за розмірами рикетсії близькі до бактерій, а за умовами існування близькі до вірусів – для їх зростання і розмноження необхідні тільки живі тканини.

Гриби – це мікроорганізми рослинної природи, що мають складну будову і форму. Їх розміри коливаються від декількох до сотень мікронів. Гриби

утворюють грибниці (міцелії) і спори, які тісно пов'язані між собою: спори – цей засіб розмноження і розповсюдження грибів, а грибниці (міцелії) – це форма існування грибів. Гриби добре ростуть і розмножуються як в живих тканинах, так і в штучних живильних середовищах і викликають захворювання, звані мікозами. Поверхневі *мікози* (лишаї) вражають шкіру, волосся, нігті, глибокі мікози виникають при проникненні гриба глибоко в організм.

Токсини – це продукти життєдіяльності патогенних мікроорганізмів. Токсини володіють високою токсичністю – отруєння в 90 випадках з 100 призводить до загибелі. Утворення токсинів відбувається в різні періоди існування мікроорганізмів. Токсин може бути тісно пов'язаний з мікроорганізмом і виділяється в навколишнє середовище після руйнування клітинки (наприклад, збудники чуми) або ж токсин виділяється в навколишнє середовище в процесі життя мікроорганізму (наприклад, ботулізм).

Психофізіологічні чинники небезпеки (або чинники трудового процесу) визначаються видом виконуваних робіт; тяжкістю праці; нервовими навантаженнями, що виникають під час роботи.

Види виконуваних робіт бувають такі:

– *статична робота* – це процес скорочення м'язів, необхідний для підтримки тіла або його частин у просторі. Цей вид робіт характеризується величиною утримуваного вантажу або прикладених зусиль;

– *динамічна робота* – це процес скорочення м'язів, що призводить до переміщення вантажу, тіла людини або його окремих частин; при цьому створюються сприятливі умови для функціональних систем організму, залучених до роботи;

– *розумова робота* – це робота, пов'язана з прийомом і обробкою різноманітної інформації; супроводжується нервово-емоційною напругою.

Тяжкість праці визначається м'язовим навантаженням, монотонністю і напруженістю виконуваних робіт. *М'язове навантаження* залежить від величини навантаження і тривалості дії. *Монотонність роботи* – виконання роботи за певним ритмом. Чим менше інтервал часу, що затрачується на виконання операції (дії), тим більш монотонна робота. *Напруженість роботи* визначається її продуктивністю.

Нервові навантаження визначаються значущістю роботи, її небезпекою, відповідальністю, а також конкретними характеристиками роботи: числом об'єктів спостереження, тривалістю зосередженого спостереження, густиною сигналів, змінністю роботи категорією зорових робіт, об'ємом оперативної пам'яті, інтелектуальною напругою, монотонністю виконуваних операцій.

Можливий **негативний вплив роботи** на людину:

- при статичній нарузі м'язів при недостатньому кровопостачанні розвиваються захворювання м'язової і периферичної нервової системи;
- при інтенсивній м'язовій роботі відбувається зміна стану крові (підвищується осмотичний тиск і відносна в'язкість);
- при зниженні рухової активності людини (гіпокінезія) погіршується реактивність організму і підвищується емоційна напруга, що формує серцево-судинну патологію (переважно в осіб розумової праці);
- при важкій і тривалій роботі розвивається стомлення (супроводжується зниженням працездатності), також при стомленні може зменшуватися вміст еритроцитів і гемоглобіну в периферичній крові;
- перенапруження аналізаторів призводить до стомлення і, залежно від аналізатора, до різних змін стану функціональних систем організму людини;
- монотонність праці веде до передчасної втоми і нервового виснаження;
- емоційні перевантаження призводять до зміни серцево-судинної діяльності (підвищується кров'яний тиск, тахікардія), збільшення об'єму легеневої вентиляції, підвищення температури тіла і до інших зсувів вегетативних функцій організму.

Таким чином, життєдіяльність людства не може бути безкомпромісною, спокійною. На життєдіяльність людини завжди впливають різні негативні чинники, які виникають як унаслідок діяльності людей, так і природного середовища. Захист у цих випадках людей і природного середовища є специфічним видом діяльності, що й вивчається дисципліною БЖД, й нам необхідно розглянути основні принципи, методи, заходи, засоби попередження небезпек або захисту від небезпек, які вже сталися.

1.4 Принципи, методи та засоби безпечного життя і діяльності людини

У структурі загальної теорії безпеки принципи й методи відіграють евристичну та методологічну роль і дають цілісне уявлення про зв'язки у системі «людина–середовище». Небезпеки існують у просторі й часі та реалізуються у вигляді потоків енергії, речовини та інформації. Потенційна небезпека стає реальною у тому випадку, коли вона впливає на об'єкти. Наприклад, шторм в океані становить небезпеку, якщо в зоні шторму знаходяться кораблі, і є просто природним явищем, якщо кораблів немає.

Для реалізації (дії) небезпеки необхідно:

- Наявність джерела небезпеки. Носіями небезпек є природні процеси та

явища, елементи техногенного середовища, людські дії, що криють у собі загрозу небезпеки.

– Виникнення чинників небезпеки. Наявність джерела небезпеки ще не означає того, що людині чи групі людей обов'язково має бути спричинена якась шкода чи пошкодження. До цього може призвести конкретний вражаючий чинник.

– Дія чинників небезпеки на людину і навколишнє середовище.

– Уразливість людини і елементів навколишнього середовища.

Уразливість – це незахищеність від небезпеки. Уразливість може бути застосована до окремого елемента системи і всієї системи в цілому.

Задля формулювання основних принципів захисту людини введемо декілька визначень:

гомосфера (Г) – простір, у якому знаходиться людина в процесі трудової і іншої діяльності, а також відпочинку;

ноксосфера (Н) – простір, у якому постійно існують або можливо виникнення чинників небезпеки.

Для реалізації безпеки необхідне існування перетину гомосфери і ноксосфери. І навпаки – безпека буде забезпечена, якщо гомосфера і ноксосфера не перетинаються. Розглянемо такі варіанти взаємного розташування гомосфери і ноксосфери (рис.1.6):

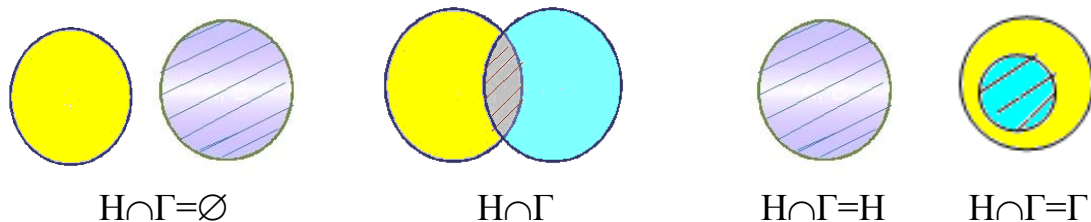


Рисунок 1.6 – Варіанти взаємного розташування гомосфери і ноксосфери

Повну безпеку гарантує лише I варіант (див. рис. 1.6), наприклад, дистанційне керування технологічним процесом. При варіанті II небезпека існує тільки в місці перетину гомосфери і ноксосфери. Однак, людина в такому місці знаходиться короткий час, наприклад, спостереження, огляд, невеликий ремонт. Варіант III характеризує найбільшу реалізовану небезпеку. У варіанті IV небезпека виникає тільки у випадку порушення цілісності засобів захисту.

Виходячи з можливих варіантів взаємного розташування гомосфери і ноксосфери можна визначити базові **принципи забезпечення безпеки**

життєдіяльності – початкові ідеї забезпечення безпеки перебування людини. У процесі формування та експлуатації системи «людина–середовище» доцільно керуватися такими основними принципами забезпечення безпеки життєдіяльності, що відображають комплексний, системний підхід до вирішення міжвідомчих та міжрегіональних проблем. До них належать:

- розділення гомосфери і ноксосфери у просторі та часі;
- нормалізація ноксосфери, під якою розуміють приведення параметрів чинників небезпеки у відповідність до характеристик людини;
- зміна гомосфери, під якою розуміють підвищення захисних функцій і властивостей людини шляхом її адаптації і застосування засобів захисту.

Принципи БЖД дозволяють знаходити оптимальні рішення захисту від небезпек на основі порівняльного аналізу конкуруючих варіантів. Принципи БЖД можуть бути застосовані в різних сферах: техніці, медицині, організації праці та відпочинку. Вони вказують на різноманіття шляхів і методів забезпечення безпеки в системі «людина–середовище», що включають як організаційні заходи, конкретні технічні рішення, так і забезпечення адекватного управління, що гарантує стійкість системи, а також деякі методологічні положення, що позначають напрямок пошуку рішень.

Методи забезпечення безпеки життєдіяльності – це способи досягнення мети. Методи БЖД засновані на застосуванні принципів, що вище перелічені. Користуючись методами забезпечення БЖД, можна узгодити взаємодію характеристик людини з навколишнім середовищем. Розглянемо основні методи.

1. Технічні методи – це методи, що направлені на безпосереднє запобігання або зменшення дії чинників небезпеки за допомогою технічних засобів. До них належать методи:

- *блокування* – в систему вводиться елемент, який не дозволяє людині потрапити в зону дії чинника небезпеки до моменту припинення дії цього чинника (наприклад, автоматичні шлагбауми, заслінки, двері, які закриваються або фіксуються при наближенні людини до небезпечної зони);
- *герметизація* – небезпечні і шкідливі речовини розміщуються в герметичних місткостях;
- *слабкої ланки* – в систему вводиться елемент, що сприймає або реагує на зміну певних параметрів, запобігаючи реалізації небезпеки. Наприклад, плавкі запобіжники, штифти, запобіжні муфти. Так, для запобігання руйнівній дії вибуху в апаратах, газоходах, пилепроводах та інших пристроях засто-

совують противибухові клапани різних конструкцій, а також розривні мембрани з алюмінію, міді, азбесту, паперу;

- *забезпечення неприступності* – забезпечується неприступність для людини зони дії чинників небезпеки шляхом розміщення джерела небезпеки на достатній відстані від людини або застосуванням різних огорож і завад;

- *надійності* – забезпечується необхідна вірогідність безвідмовної роботи або необхідне напрацювання на відмову технічних засобів, від яких залежить безпека людини, шляхом підвищення надійності окремих елементів застосування резервування і ін.;

- *екранування* – між джерелом небезпеки і людиною розташовується екран, перешкоджаючий розповсюдженню чинника небезпеки.

2. Організаційні методи – це методи, що зменшують дію чинників небезпеки шляхом організації певної взаємодії елементів системи як між собою, так і із зовнішнім середовищем. До них належать методи:

- *захисти часом* – розділення гомосфери і ноксосфери у часі;

- *захисти відстанню* – просторове розділення або зменшення перетину гомосфери і ноксосфери в системі. Принцип дії методу заснований на тому, що деякі небезпечні або шкідливі фактори знижують свій вплив на людину зі збільшенням відстані;

- *інформації* – передача і засвоєння людиною відомостей, виконання яких забезпечує її безпеку (наприклад, інструктажі, навчання, попереджуючі знаки, сигналізація);

- *нормування* – встановлення таких параметрів ноксосфери, дотримання яких забезпечує безпечне перебування людини (наприклад, ГДК і ГДР хімічних речовин у середовищі, рівень випромінювання). Необхідність нормування обумовлюється тим, що досягти абсолютну безпеку практично неможливо і нормування має важливе методологічне значення. Норми є вихідними даними для розрахунку та організації заходів щодо забезпечення безпеки;

- *ергономічності* – врахування антропометричних та психофізіологічних параметрів людини при організації її діяльності;

- *класифікації* – розподіл об'єктів на класи (категорії, зони) за ознаками, пов'язаними з небезпеками;

3. Управлінські методи – це методи, що забезпечують необхідний взаємозв'язок між окремими стадіями і етапами процесу забезпечення безпеки. До них належать методи:

- *контролю* – це проведення постійного, періодичного або іншого контролю;

- *відповідальності* – це застосування законодавчих і нормативних актів з питань безпеки;

- *стимулювання* – застосування штрафних санкцій або матеріального заохочення при забезпеченні безпеки. Стимулювання реалізує такий важливий фактор, як особистий інтерес.

Крім того, методи забезпечення безпеки можна класифікувати по сфері їх реалізації на:

- суспільно-методологічні методи, до яких належать основоположні принципи, наприклад, класифікації, контролю та ін.;

- медико-біологічні методи, засновані на обліку медико-біологічних показників життєдіяльності людини, наприклад, санітарного зонування, профілактики захворювань та ін.;

- інженерно-технічні методи, що реалізуються в технічній сфері, наприклад, блокування, слабкої ланки, надійності та ін.

Засоби забезпечення безпеки мають забезпечувати нормальні умови для діяльності людини. Ця вимога має бути в першу чергу врахована в ході створення засобів безпеки, оскільки багато з них створюють суттєві незручності і найчастіше різко знижують працездатність людини. Саме через це від засобів безпеки часто відмовляються, що збільшує ймовірність шкоди, адже вони мають застосовуватися в тих випадках, коли безпека не досягається за допомогою інших засобів – організаційних, технічних та управлінських методів.

Такі засоби призначені для забезпечення безпеки шляхом безпосереднього захисту людини від дії чинників небезпеки. За характером застосування вони підрозділяються на: **засоби колективного захисту (ЗКЗ); засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)**. Засоби колективного й індивідуального захисту класифікуються залежно від чинників небезпеки і за технічним виконанням.

До **колективних засобів** належать:

1. *Огороджувальні засоби* поділяють на дві групи: огороджувальні пристрої рухомих частин, але не різальних інструментів і огороджувальні пристрої різальних інструментів.

Пристрої першої групи можуть бути постійними, наглухо закріпленими, знімними, відкидними, висувними, пересувними або з дверцятами. Часто використовуються знімні огороджувальні пристрої, котрі постійно закривають пасову, зубчасту, ланцюгову чи іншу передачу. Вони можуть бути у вигляді кожухів, козирків, планок, бар'єрів і екранів. За способом виготовлення вони поділяються на суцільні, несуцільні і комбіновані.

Огороджувальні засоби різальних інструментів можуть огороджувати їх неробочу частину, тільки робочу їх частину або ту й іншу.

2. *Блокувальні засоби* призначені для вимкнення або запобігання можливості увімкнення джерела небезпеки при знятому (відкритому) огороджувальному пристрої.

Найбільш поширені електричні блокування, принцип роботи яких полягає в автоматичному відключенні електричного живлення або неможливості увімкнення обладнання при знятому або відкинутому огороженні. Електромеханічне блокування застосовується на дверцятах електрошаф, які закривають електророзподільвальні пристрої, на дверцятах і люках, що ведуть в небезпечні зони тощо.

Принцип дії фотоелектричного блокування полягає в перетині світлового променя, спрямованого на фотоелемент і зміні величини світлового потоку, що падає на нього, внаслідок чого змінюється сила струму, який подається на вимірно-командний пристрій. Подається імпульс на увімкнення виконавчого механізму захисного пристрою.

Пневматичне та гідравлічне блокування застосовується у пневмо- та гідросистемах і виготовляється у вигляді клапанів та мембран. Запобіжні мембрани призначені для захисту хімічного устаткування від руйнування за умов аварійного зростання тиску.

3. *Запобіжні засоби* призначені для ліквідації небезпечного виробничого фактора у джерелі його утворення. За характером дії вони поділяються на блокувальні та обмежувальні. Блокувальні пристрої за конструктивним виконанням поділяють на муфти, штифти, клапани, шпонки, мембрани, пружини, сильфони і шайби.

4. *Засоби сигналізації*. Пристрої автоматичного контролю та сигналізації призначені для контролю передавання та відтворення інформації (кольорової, звукової, світлової тощо) з метою привернення уваги працюючих та прийняття ними рішень за проявлення або можливого виникнення небезпечного виробничого фактора. За призначенням ці пристрої поділяються на інформаційні, попереджувальні, аварійні та відповідні. За характером спрацювання сигналу – постійні або пульсуючі. За контрольованим параметром сигналізація може контролювати тиск, температуру, вологість, загазованість, шум, вібрацію, частоту обертання, початок пуску тощо. Сигналізація застосовується самостійно або разом з огороджувальними, запобіжними, пусковими пристроями, пристроями керування обладнанням

Засіб індивідуального захисту (ЗІЗ) – це засіб захисту, що надягається

на тіло працівника або його частину, або використовується під час роботи. ЗІЗ застосовують тоді, коли безпека робіт не може бути забезпечена конструкцією та розміщенням устаткування, організацією виробничих процесів, архітектурно-планувальними рішеннями та іншими засобами колективного захисту. ЗІЗ класифікуються залежно від органів (або групи органів) людини, що захищаються, на наступні групи.

1. *Ізолюючі костюми* застосовують під час аварій та великих викидів шкідливих речовин в атмосферу.

2. *Захисні дерматологічні засоби* застосовуються в тих випадках, коли в ході виконання технологічних процесів має місце контакт з речовинами та матеріалами, які негативно впливають на шкіру. Для захисту шкіри, зазвичай, використовують пасти та мазі, які поділяються на гідрофільні та гідрофобні. Гідрофільні – легко розчиняються у воді. Вони захищають шкіру від жирів, мастил, нафтопродуктів. Гідрофобні пасти не розчиняються у воді. Їх використовують для захисту шкіри від розчинів солей, кислот і лугів низької концентрації. На чисту та здорову шкіру рук, а за необхідності й обличчя, перед початком роботи наносять спеціальну пасту чи мазь, яку пізніше змивають. Вибір засобів захисту шкіри залежить від характеру роботи та шкідливої речовини, з якою працівник контактує.

3. *Спеціальний одяг*. До нього належать: костюми, куртки, комбінезони, халати, плащі, фартухи тощо. Спецодяг має забезпечувати необхідний захист від дії несприятливих чинників, бути зручним, не обмежувати рухових можливостей працівника. Відповідно до ГОСТ 12.4.103-80 спеціальний одяг залежно від захисних властивостей поділяється на групи: для захисту від механічних пошкоджень; від загальних виробничих забруднень; від підвищеної чи пониженої температури; від радіоактивних речовин; від електричного струму, електричних і електромагнітних полів; від пилу; від токсичних речовин; від розчинів кислот; від лугів; від органічних розчинників; від нафти, нафтопродуктів, мастил та жирів; від шкідливих біологічних чинників. Виходячи із необхідних захисних властивостей, вибираються матеріали для виготовлення спецодягу.

4. *Спеціальне взуття* класифікується залежно від захисних властивостей, аналогічного спецодягу (рис. 1.7). До спецвзуття належать: чоботи, напівчоботи, черевики, напівчеревики, валянки, бахіли, калоші, боти тощо. Працівників необхідно забезпечити спецвзуттям під час виконання будівельних, ливарних, сталеплавильних, ковальських робіт, коли існує небезпека падіння предметів, а також у приміщеннях, де підлога залита водою, мастилами

і т. ін. Деякі види спецвзуття мають посилену підошву для захисту стопи від гострих предметів (наприклад, цвяхів, що можуть стирчати на будівельному майданчику). Взуття із спеціальними підметками призначене для таких умов праці, за яких існує ризик падіння на слизькій підлозі. Знаходиться застосування на виробництві й спеціальне віброзахисне взуття.



Рисунок 1.7 – Спеціальне взуття

5. *Запобіжні пристосування* застосовують для захисту від несприятливих метеорологічних, електричних, хімічних, пилових, теплових та інших впливів на тіло людини у виробничих умовах. Наприклад, запобіжні пояси видаються монтерам, що працюють на висоті, у дорожньому господарстві.

6. *Засоби захисту очей* від твердих часточок, бризок кислот, лугів та інших хімічних речовин, а також випромінювань застосовують такі засоби індивідуального захисту, як окуляри (рис. 1.8).



Рисунок 1.8 – Засоби захисту очей

а) Спеціальні захисні окуляри і маска, б) Промислові захисні окуляри.

7. *Засоби захисту голови та обличчя* (рис. 1.9). Вони запобігають травмуванню під час виконання монтажних, будівельних, навантажувально-розвантажувальних робіт, при видобутку корисних копалин. До засобів захисту обличчя належать ручні, головні та універсальні щитки.



Рисунок 1.9 – Засоби захисту голови та обличчя

8. Засоби захисту органів дихання здійснюється за допомогою протигазів та респіраторів (рис. 1.10).



Рисунок 1.10 – Засоби захисту органів дихання

9. Засоби захисту органів слуху застосовуються тоді, коли рівень шуму на робочому місці перевищує допустимі значення. До засобів захисту органів слуху належать протишумові вкладки, навушники, шумозаглушувальні шоломи. Навушники складаються з двох чашечок (з пористими чи рідинними наповнювачами), що з'єднані між собою дужкою. Протишумові вкладки виготовляють з різних видів шумопоглинальних матеріалів. Найрозповсюдженим видом протишумових вкладок є «Беруші» одноразового (з тонковолокнистого матеріалу) та багаторазового (з еластичного матеріалу типу гуми) використання.

Правильне та постійне застосування ЗІЗ органів слуху дозволяє суттєво знизити шумове навантаження, а відтак – запобігти появі професійних захворювань у працівників шумних виробництв.

10. Засоби захисту рук. Це різні види рукавиць та рукавичок, які використовуються для захисту від механічних впливів, підвищених та знижених температур, кислот і лугів, нафти і нафтопродуктів, вібрації, електричної напруги (діелектричні). Рукавиці та рукавички виготовляють із бавовни, льону, шкіри, шкірозамінника, гуми, азбесту, полімерів та ін.

Надалі у наступних розділах буде показано, як ті чи інші принципи і методи реалізуються при захисті від конкретних техногенних небезпек.

1.5 Ризик-орієнтований підхід до аналізу небезпек

У сучасному суспільстві час механізми взаємодії людини та природи, людини та техніки, індивіда та суспільства, все частіше порушуються, що призводить до появи багатьох нових небезпек для нормальної життєдіяльності. Суспільство зазнає значних втрат у вигляді людських жертв, збитків від аварій, катастроф, стихійних лих та ін. Забезпечення екологічної, техногенної і соціальної безпеки та у випадку надзвичайних ситуацій стає однією із головних проблем будь-якої держави.

За таких умов все більш значною та необхідною стає потреба у формуванні знань з безпеки життєдіяльності, як умови забезпечення комфортного та безпечного життя.

Основним питанням теорії і практики безпеки життєдіяльності є питання підвищення рівня безпеки. **Безпека** – це збалансований стан людини, соціуму, держави, природних, антропогенних систем тощо. Безпека людини – невід'ємна складова характеристика стратегічного напрямку людства, що визначений ООН як «сталій людський розвиток», який веде не тільки до економічного, а й до соціального, культурного, духовного зростання, що сприяє гуманізації менталітету громадян і збагачення позитивного загальнолюдського досвіду.

Порядок пріоритетів під час розробки будь-якого обладнання чи проекту вимагає, щоб вже на перших стадіях розробки продукту або системи у відповідний проект були включені елементи, що виключають небезпеку.

Вище було показано, що жодна система чи операція не гарантує абсолютної безпеки. Та все ж доки ми не маємо 100% безпеки, ми намагаємося, наскільки це можливо, наблизитися до цієї мети. З протягом часу різні заходи та методи, які використовуються для вирішення відповідних задач, удосконалюються, що збільшує наші можливості у дослідженні систем, визначенні небезпек, виключенні або контролю за цими небезпеками, зниженні ризику до прийняттого рівня під час роботи з цими системами.

Керування безпекою та стійкістю функціонування системи «людина – життєве середовище» залежить від ефективності прогнозу соціально-економічних наслідків небезпечних ситуацій та своєчасного планування і виконання низки попереджувальних та захисних заходів. Тому необхідно навчитися правильно оцінювати небезпеки. Очевидь, небезпека – це поняття стохастичне, випадкове, яке залежить від багатьох факторів. Інколи, щоб оцінити той чи інший вид діяльності, ми говоримо, що існує велика небезпека, а іноді – мала. Тобто, ми намагаємося оцінити небезпеку кількісно. Для цього вводиться

поняття ризик, під яким розуміють ймовірність або частоту реалізації небезпеки.

1.5.1 Поняття ризику та його характеристика

Джерелом небезпеки може бути все живе та неживе. Носіями небезпек є природні процеси та явища, техногенне середовище та дії людей. Небезпеки не мають вибіркових властивостей, під час свого виникнення вони негативно діють на все матеріальне середовище, що оточує їх. Небезпеки реалізуються у вигляді потоків речовини, енергії та інформації, вони існують у просторі та в часі.

Незважаючи на високий технічний рівень виробництва і науки, щорічно в Україні та за її межами, травмується і гине велика кількість людей.

- Щорічно у світі нещасні випадки відбуваються більш ніж з 10 млн. людей, причому більш 600 тис. чоловік гине.
- У США від нещасних випадків щорічно гине понад 55 і більше 8500 людей стають інвалідами.
- У Німеччині кожні 13 секунд відбувається нещасний випадок, кожні 3 хвилини одна людина стає інвалідом, кожні 2,5 години відбувається нещасний випадок зі смертельним результатом.
- Сьогодні щорічно на виробництві в Україні травмується близько 120 тис. чоловік, з яких 2,5 тис. гине, більш 10 тис. осіб отримують професійні захворювання.

Здатність передбачити перебіг подій – невід’ємна риса людини, яка вдосконалювалася в процесі практики протягом усієї історії існування людства. Накопичення результатів спостереження, фактів, що давали змогу передбачати явища природи, вчинки і дії людей дало можливість уникати типових небезпек. Необхідність забезпечувати безпеку життя примушувала враховувати позитивні і негативні наслідки дій, сприяла виробленню здатності моделювати розвиток подій до їхнього настання в дійсності. Прогнозування наслідків небезпечних та екстремальних ситуацій охоплює:

- оцінку ймовірності та аналіз причин виникнення екстремальних ситуацій;
- очікувану силу впливу (інтенсивність) та механізми розвитку небезпеки (ураження);
- характеристику та розміри ураження реципієнтів (населення, тваринний та рослинний світ, повітряне та геологічне середовища, водоймища, господарські об’єкти);

– агресивність та глибину впливу чинників небезпеки (імовірність генетичних змін у біосфері, тривалість періодів прояву негативних наслідків, багатоступеневість такого прояву тощо);

– періодичність виникнення небезпечних та екстремальних ситуацій та їхню динаміку;

– визначення величини збитків у випадку реалізації небезпечних та екстремальних ситуацій.

Всі вищеперелічені компоненти входять у поняття ризику. Згідно з ДСТУ 2293:2014 **ризик** – вірогідність нанесення шкоди з урахуванням її тяжкості.

Ризик властивий будь-якій формі людської діяльності, що пов'язано з безліччю умов і факторів, що впливають на результат прийнятих людьми рішень. Історичний досвід показує, що, насамперед, ризик почали вивчати виходячи із неотримання намічених результатів, що особливо проявлялось при товарно-грошових відносинах, конкуренції учасників господарського обороту.

Дослідження дозволяють виділити три основні ланки ризику – небезпечну поведінку; небезпечну ситуацію; травму (рис.1.11).

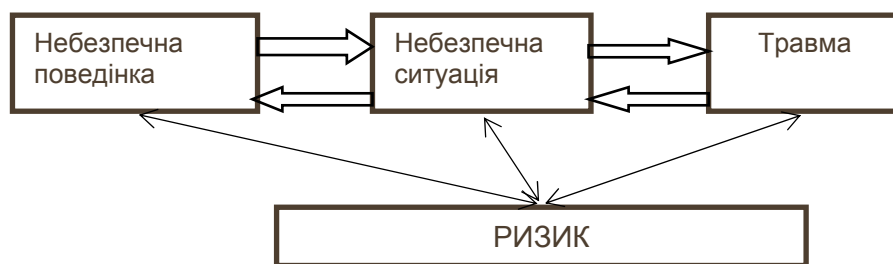


Рисунок 1.11 – Структура ризику

Перша ланка представляється однією з основних причин, які викликають травму або створюють небезпечну ситуацію, яка далі може призвести до нещасного випадку. У свою чергу, небезпечна поведінка – це наслідок психологічного характеру людини.

Ризик – це міра кількісного вимірювання небезпеки. Ризик є багатокомпонентною величиною і включає такі показники:

- величину збитку від дії чинника небезпеки;
- вірогідність виникнення чинника небезпеки;
- невизначеність величини збитку і вірогідності.

Вітчизняні експерти вважають, що для України ризик виникнення аварій безпосередньо залежить від трьох груп чинників і описується регресійним рівнянням:

$$R=6,77 - 0,56 x_1 - 0,43 x_2 - 0,27 x_3,$$

де x_1 – ефективність екологічної політики місцевих органів влади;

x_2 – капітальні вкладання в ресурсозберігаюче та природоохоронне устаткування;

x_3 – ефективність реалізації екологічних державних програм.

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

Оцінити ризик можна як 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.

Досить умовно, з метою визначення міри ризику, використовують умовну шкалу стосовно ймовірності небажаного результату (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Умовна шкала ризику

Ймовірність небажаного результату (величина ризику)	Градація ризику
0,0–0,1	мінімальний ризик
0,1–0,3	малий ризик
0,3–0,4	середній ризик
0,4–0,6	високий ризик
0,6–0,8	максимальний ризик
0,8–1,0	критичний ризик

Існують два основних види ризику, за якими визначають методи їх оцінювання: індивідуальний і соціальний.

Соціальний ризик – це залежність частоти виникнення небажаних подій, що полягають в ураженні не менше певного числа людей, що піддаються діям

небезпеки, від цього числа людей. Іншими словами це співвідношення між кількістю людей, які можуть загинути при одній аварії, і вірогідністю такої аварії. Соціальний ризик характеризує масштаб катастрофічності небезпек.

Методи розрахунку цього виду вимагають складних математичних розрахунків, якими займається *актуарна математика* – напрям у математиці, який вивчає питання, пов'язані з оцінкою ризиків у різних сферах людської діяльності. Також до вивчення ризиків мають відношення страхова математика, фінансова математика, теорія ймовірностей та математична статистика.

Індивідуальний ризик – це вірогідність небажаних дій, що виникають за певних небезпек у конкретній точці простору.

Кількісно величина ризику рівна частоті небажаних наслідків при дії певного вигляду. За статистичними даними ризик R за період часу t існування небезпеки протягом року при загальній тривалості спостереження T визначається з урахуванням числа небажаних наслідків n за період спостережень до їх можливого числа

$$R = \frac{n}{N} \times \frac{t}{T}.$$

Перший співмножник відображає вірогідність виникнення небажаних наслідків за рік, а другий – відносну тривалість існування небезпеки протягом року. Одиниця вимірювання ризику – 1/рік (може бути 1/год і ін.).

Також існує **припустимий рівень ризику** – це ймовірність події, негативними наслідками якої на даному етапі розвитку можна знехтувати. Розрізняють індивідуальний припустимий рівень ризику та соціальний припустимий рівень ризику.

- Індивідуальний припустимий рівень ризику має складати $10^{-9} - 10^{-7}$.
- Припустимий ризик у професійній сфері звичайно 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 має братися з урахуванням економічного обґрунтування та доцільності.

Також виділяють **рівні індивідуального ризику**: фоновий, прийнятний, гранично-припустимий.

Фоновий (природний) ризик – це ризик, що існує в будь-якій системі взаємодії людини з технічними засобами та навколишнім середовищем.

Фоновий ризик може бути: *світовий, національний, регіональний, місцевий, об'єктовий*. Ризик не може бути менше фонового ризику (див. аксіому про потенційну небезпеку).

Гранично-припустимий ризик – це ризик, який не має перевищуватися незалежно від одержуваних економічних і соціальних переваг. Гранично-припустимий рівень обмежує сукупний ризик для індивідуума від всієї діяльності в цілому (але не ризик обумовлений окремими видами його діяльності).

Прийнятний ризик – це ризик, зменшений до такого рівня, що його галузь, об'єднання підприємств, підприємство, установа, організація може допустити, ураховуючи її легальні обов'язки та власну політику у сфері охорони праці (згідно з ДСТУ 2293:2014). Це ризик, який є прийнятним для суспільства (або регулюючого органу). Як правило, прийнятний ризик знаходиться в межах від фонового ризику до граничнодопустимого і має бути настільки малим наскільки це можливо з економічних, технічних, соціальних і інших можливостей.

В деяких країнах граничнодопустимий і прийнятний ризик встановлені в законодавчому порядку. Наприклад, у Нідерландах граничнодопустимий ризик смерті в техносфері прийнятий рівним 10^{-6} , а прийнятний – 10^{-8} .

Забезпечити абсолютну безпеку в ергатичних системах неможливо, оскільки людина – ненадійна система. Сучасний світ відкинув концепцію абсолютної безпеки і прийшов до **концепції прийнятного ризику**, суть якої в *устремлінні до такого рівня ризику (безпеки), який суспільство може собі дозволити (на даному етапі свого розвитку) і який був би економічно виправданим* (рис. 1.12). У більшості країн світової спільноти цей принцип знайомий як ALARA (*As Low As Reasonable Achievable*) – настільки низько, наскільки це можливо досягти в розумних межах.

З цього графіка видно, що зі збільшенням витрат на забезпечення безпеки технічних систем в умовах обмеженості коштів технічний ризик зменшується, але зростає соціально-економічний, оскільки кількість коштів, що йдуть у цю сферу, зменшується. Витрачаючи надмірні кошти на підвищення безпеки технічних систем у зазначених умовах, можна завдати збитків соціальній сфері, наприклад, погіршити медичну допомогу, зменшити допомогу літнім людям, дітям, інвалідам тощо. Як видно з рис. 1.12, існує оптимальна величина коштів, яка має вкладатися в технічну систему безпеки і за якої забезпечується мінімальне значення коефіцієнта індивідуального ризику. Ділянка, вказана на графіку як «межі прийнятного ризику», є оптимальною щодо забезпечення

мінімального ризику. Ліворуч і праворуч від цієї ділянки ризик діяльності людини зростає. Ліворуч – високий коефіцієнт індивідуального ризику зумовлений недосконалістю технічної системи, а праворуч – зумовлений низьким рівнем соціально-економічної безпеки.

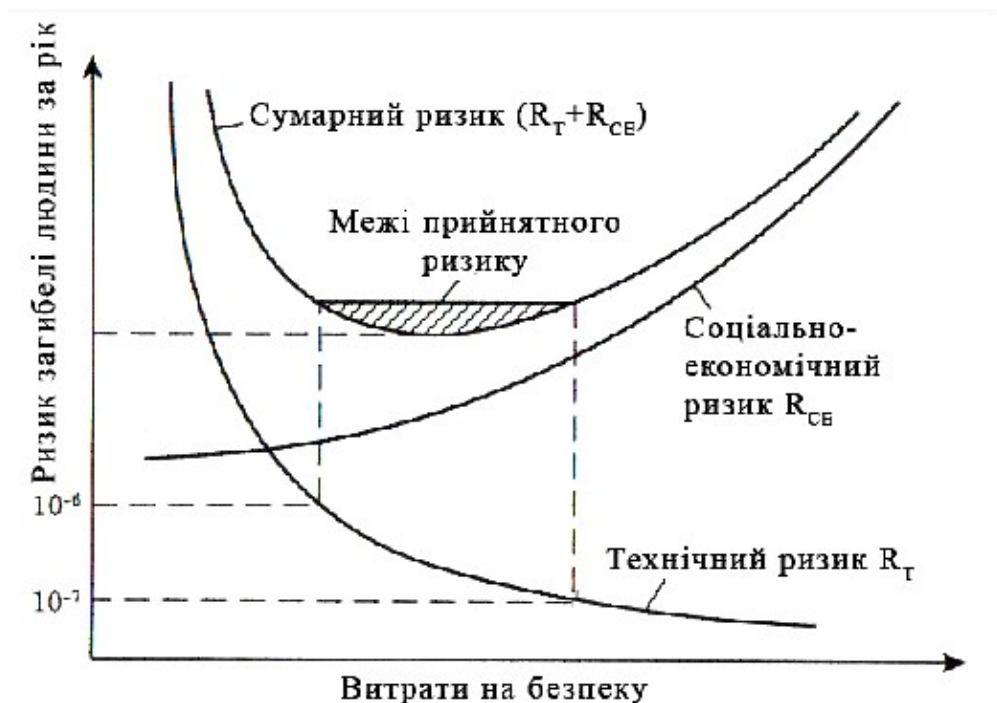


Рисунок 1.12 – Концепція прийнятності ризику

Наразі в Україні функціонує Постанова КМУ від 27 грудня 2017 р. № 1043, якою затверджені критерії, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки.

1.5.2 Постановка задачі управління ризиком

Під час управління ризиком необхідно вирішувати як мінімум дві основні задачі:

- 1) вибір оптимального (раціонального) співвідношення ризику і витрат на забезпечення безпеки;
- 2) раціональний розподіл витрат при виборі заходів для забезпечення заданого рівня безпеки.

Побудова діючої ефективної системи управління ризиком неможлива без рішень на державному рівні. *Польща* – одна з небагатьох країн, яка законодавчо закріпила оцінку та управління професійними ризиками, оцінка ризиків є одним

з основних зобов'язань роботодавця. Це зобов'язання було введено законодавством Польщі більше 10 років, тому в процесі зближення польського законодавства з правовою системою Європейського Співтовариства розроблений Стандарт PN-N18002 «Системи управління сферою здоров'я та безпеки працівників. Загальне керівництво з оцінки професійних ризиків» містить положення щодо оцінки професійних ризиків в організаціях. Стандарт роз'яснює цілі оцінки професійних ризиків, питання організації оцінки ризиків у компанії, включаючи суб'єкти оцінювання професійних ризиків і те, як правильно оцінювати ризики.

Великобританія, мабуть, найбільш широко представлена з точки зору різного роду рекомендацій з оцінки ризику. У законі «Про здоров'я і безпеку на роботі» від 1974 року містяться загальні обов'язки роботодавця в галузі забезпечення здоров'я та безпеки на робочому місці. Згідно з даним законом, суб'єктами забезпечення безпечних і здорових умов праці, крім роботодавців і працівників, є Комісія із здоров'я та безпеки та Виконавчий орган зі здоров'я і безпеки.

У *Японії* окрім Закону про промислову безпеку та здоров'я в 1975 році був прийнятий закон «Про оцінку умов праці», в якому прописані вимоги до кваліфікації експертів, необхідної для проведення відповідних вимірювань, і вимоги до організацій, що виробляють такі виміри з метою підтримки здоров'я працівника на робочому місці.

Таким чином, *управління ризиком* включає розробку і реалізацію програм оптимального розподілу обмежених ресурсів на комплексне зниження ризику з метою забезпечення рівня безпеки максимально досяжного з погляду економічних і соціальних чинників. Інакше кажучи, при недосяжності абсолютної безпеки необхідно забезпечити такий рівень безпеки, який може дозволити суспільство (фірма, окрема людина).

Ризик-менеджмент – процес прийняття і виконання управлінських рішень, спрямованих на зниження ймовірності виникнення несприятливого результату і мінімізацію можливих втрат, викликаних його реалізацією.

Процес менеджмента ризику включає відповідно до ISO 31000:2009 *Risk management – Principles and guidelines* «Менеджмент ризиків. Принципи і керуючі вказівки» декілька елементів (рис. 1.13).

Оцінка ризику є частиною процесу менеджменту ризику, це структурований процес, у якому ідентифікуються засоби досягнення мети, проводять аналіз наслідків і вірогідності виникнення небезпечних подій для прийняття рішення про необхідність обробки ризику.

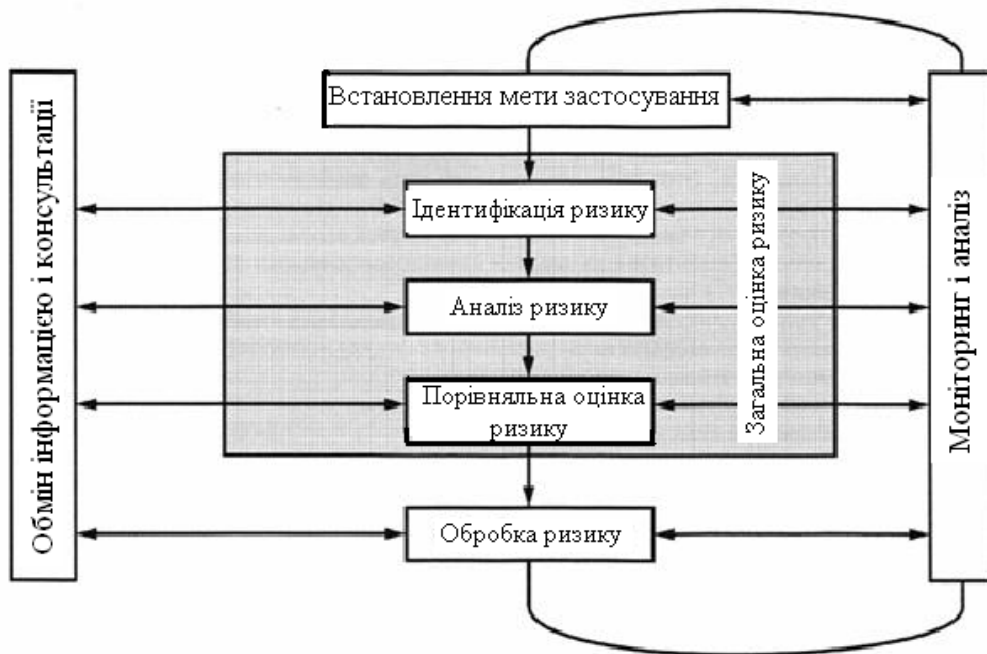


Рисунок 1.13 – Процес менеджменту ризику

Оцінка ризику дозволяє відповісти на такі основні запитання:

- які події можуть відбутися і їх причина (ідентифікація небезпечних подій);
- які наслідки цих подій;
- яка вірогідність їх виникнення;
- які чинники можуть зменшити несприятливі наслідки або зменшити вірогідність виникнення небезпечних ситуацій.

Ризик може бути оцінений для всієї організації, її підрозділів, окремих проектів, діяльності або конкретної небезпечної події. Тому в різних ситуаціях можуть бути застосовані різні методи оцінки ризику.

У загальному вигляді **процес оцінки ризику** включає такі етапи:

1. Ідентифікація ризику

2. Аналіз ризику

2.1. Оцінка методів управління

Рівень ризику залежить від адекватності і ефективності вживаних методів управління. Для оцінки методів управління ризиком необхідно відповісти на такі запитання:

- Які методи застосовують для зниження конкретного ризику?
- Чи дійсне застосування цих методів призводить до обробки ризику, що забезпечує досягнення прийняттого рівня ризику?

2.2. Аналіз наслідків

У ході аналізу наслідків визначають характер і тип дії, яка може відбутися під час виникнення конкретної події, ситуації або обставин.

2.3. Аналіз і оцінка ймовірності

Для оцінки ймовірності зазвичай застосовують наступні три загальні підходи, які можуть бути використані як самостійно, так і спільно:

а) використання відповідних хронологічних даних для ідентифікації події або ситуації, що відбулися у минулому і допускають можливість екстраполяції вірогідності їх появи в майбутньому;

б) використання для оцінки вірогідності методів прогнозування, таких як аналіз дерева помилок і аналіз дерева подій. Якщо хронологічні дані недоступні або недостовірні, то для оцінки вірогідності необхідно провести аналіз системи, діяльності, устаткування і відповідних відмов або працездатних станів. Для оцінки вірогідності відмов устаткування і систем, а також їх елементів, що викликані процесами зносу, застосовують методи моделювання, що дозволяють врахувати вплив невизначеності;

в) використання експертних оцінок у систематизованому і структурованому процесі оцінки вірогідності. Для отримання експертних оцінок слід використовувати всю доступну інформацію, включаючи хронологічні дані, відомості про особливості системи, специфіку організації, експериментальні дані і т.ін.

2.4 Попередній аналіз.

Необхідно провести аналіз небезпечних подій, щоб ідентифікувати найістотніші види небезпеки, виключити менш істотні або незначні види небезпеки з подальшого аналізу. Основною метою попереднього аналізу є зосередження ресурсів на найважливіших видах небезпечних подій і ризику. Важливо не пропустити події з високою частотою появи й істотним сукупним ризиком.

2.5. Невизначеність і чутливість

Часто аналізу ризику властива значна невизначеність. Аналіз невизначеності включає визначення похибок результатів, викликаних змінами параметрів і припущень.

З аналізом невизначеності тісно пов'язаний аналіз чутливості. Аналіз чутливості включає визначення амплітуди змін ризику залежно від змін окремих індивідуальних вхідних параметрів. Такий аналіз застосовують для ідентифікації даних, для яких необхідна висока точність, і даних, до точності яких ризик менш чутливий.

Аналіз ризиків можна підрозділити на два доповнюючі один одного види: якісний і кількісний. **Якісний аналіз** дозволяє визначити фактори і потенційні

області ризику, виявити можливі його види. **Кількісний аналіз** спрямований на те, щоб кількісно виразити ризики, провести їх аналіз та порівняння.

3 Порівняльна оцінка ризику

Порівняльна оцінка ризику включає зіставлення рівня ризику з критеріями ризику, встановленими в ході визначення області застосування меседжменту ризику, для визначення типу ризику і його значущості.

4 Документація

Процес оцінки ризику має бути зареєстрований разом з результатами оцінки.

5 Моніторинг і повторна оцінка ризику

Процес оцінки ризику висуває на перший план область застосування оцінки ризику, а також інші чинники, які можуть піддатися змінам протягом тривалого часу. Такі чинники мають бути чітко ідентифіковані для процесів безперервного моніторингу і повторної оцінки, так щоб оцінка ризику могла обновлятися за необхідністю.

1.5.3 Методи оцінки ризиків

Існує багато методів оцінки ризиків, вибір яких залежить від мети аналізу, етапів проектування проекту, системи чи обладнання. У 2009 р. Міжнародною електротехнічною комісією (IEC) та Міжнародною Організацією зі Стандартизації (ISO) був розроблений та запроваджений стандарт ISO/IEC 31010:2009 *Risk management – Risk assessment techniques*, пізніше ДСТУ IEC/ISO 31010:2013 «Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику», який пропонує наступні методи кількісного, якісного оцінювання ризиків.

«Мозковий штурм» (англ. *Brainstorming*)

Метод забезпечує збирання великої кількості ідей та оцінок від компетентних осіб щодо ідентифікації потенційних видів відмов та пов'язаних з ними чинників, критерії прийняття рішень.

Метод «мозкового штурму» є обговоренням проблеми групою фахівців, метою якого є ідентифікація можливих видів відмов і відповідних небезпек, ризику, критеріїв ухвалення рішень і/або способів обробки ризику.

Метод припускає стимулювання обговорення, періодичне спрямування обговорення групи в суміжні області і забезпечення охоплення проблем, виявлених у результаті обговорення.

Даний метод може бути використаний для загального обговорення, коли проблеми тільки ідентифіковані, він особливо корисний при ідентифікації ризику застосування нових технологій, коли відсутні дані або необхідні нові

нестандартні способи вирішення проблеми.

Сформований перелік ідей та оцінок у подальшому ранжується групою експертів.

Метод Дельфі (англ. *Delphi method*)

Метод Дельфі призначений для отримання узагальненої думки групи експертів, які висловлюють свою думку індивідуально і анонімно, при цьому маючи нагоду взнати думки інших експертів. Процес включає проведення частково структурованого анкетного опитування групи експертів. При цьому експерти не повинні зустрічатися один з одним, що дозволяє забезпечити незалежність їх думок.

Структуроване або напівструктуроване опитування (англ. *Structured or semi-structured interviews*)

Метод забезпечує збирання інформації від компетентних осіб щодо ідентифікації потенційних ризиків за допомогою аркушів наведених запитань. Застосовується у випадку, коли зібрати експертів для «мозкового штурму» неможливо або недоречно. Даний метод є засобом щодо отримання вхідних даних для подальшого загального оцінювання ризиків.

В структурованому інтерв'ю опитуваному задають питання з наперед підготовленого переліку, заохочуючи всебічний аналіз ситуації і, таким чином, більш повну ідентифікацію небезпек і ризику. Частково структуроване інтерв'ю аналогічно структурованому, проте воно забезпечує більшу свободу під час обговорення досліджуваної проблеми.

Структуровані і частково структуровані інтерв'ю корисні в ситуаціях, коли важко зібрати людей для обговорення або коли вільне обговорення в групі неможливе.

Контрольні питання (англ. *Checklist*)

Контрольні листи є переліками небезпек, ризику або відмов засобів управління, які зазвичай розробляють на основі отриманого раніше досвіду, результатів попередньої оцінки ризику або результатів відмов, що відбулися у минулому. Контрольний лист може бути використаний для ідентифікації небезпек і ризику або оцінки ефективності засобів управління.

Попереднє аналізування небезпечних чинників (англ. – *Preliminary Hazard Analysis – PHA*)

Метод пошуку призначений для ідентифікації небезпечних чинників і ситуацій/подій, що можуть завдати шкоду конкретним видам діяльності, технічному засобу чи системі.

PHA є простим індуктивним методом аналізу, мета якого полягає в

ідентифікації небезпек, небезпечних ситуацій і подій, які можуть порушити роботу або завдати шкоди даному виду діяльності, устаткуванню або системі. РНА звичайно виконують на ранніх стадіях розробки проекту в умовах недоліку інформації про деталі проекту або робочих процесів. РНА слід повторювати у міру проходження стадій проектування, розробки і випробувань для виявлення нових небезпек і внесення необхідних змін.

Дослідження небезпечних чинників і працездатності (англ. *Hazard and Operability Study* – HAZOP)

Дослідження HAZOP є структурованим і систематизованим аналізом продукції, процесу, процедури або системи. HAZOP зазвичай виконує міждисциплінарна група під час декількох засідань. Дослідження HAZOP, подібно методу FMEA, направлено на ідентифікацію видів відмов процесу, системи або процедури, їх причин і наслідків. Відмінність дослідження HAZOP від методу FMEA полягає в тому, що під час застосування дослідження HAZOP розглядають небажані результати і відхилення від намічених результатів і умов для пошуку можливих причин і видів відмови, тоді як в методі FMEA аналіз починають з ідентифікації видів відмови.

Дослідження HAZOP зазвичай роблять на стадії деталізації конструкції, коли повна схема наміченого процесу вже розроблена, проте ще можна внести необхідні зміни.

В процесі дослідження HAZOP розглядають проект і вимоги до досліджуваного процесу, процедури або системи, підрозділяють їх на частини і проводять аналіз кожної з цих частин, щоб знайти, які відхилення від наміченого виконання можуть відбутися, що може бути причиною можливих відхилень і яка ймовірність їх наслідків. Цієї мети досягають шляхом систематичного дослідження того, як кожна частина системи, процесу або процедури реагує на зміни основних параметрів у ході використання відповідного управляючого слова. Подібні управляючі слова, такі як «дуже рано», «надто пізно», «більше», «менше», «дуже довго», «дуже швидко», «неправильний напрям», «неправильна мета», «неправильна дія» можуть бути використані для ідентифікації помилок оператора.

Аналіз небезпечних чинників і критичні точки контролю (англ. *Hazard Analysis and Critical Control Points* – HACCP)

Метод HACCP дозволяє побудувати структуру ідентифікації небезпек і перевірки засобів управління у всіх частинах процесу. Цей метод направлений на захист від небезпек і забезпечення високої надійності і безпеки продукції. Основною метою HACCP є мінімізація ризику шляхом застосування засобів

управління в процесі виробництва продукції, а не тільки при контролі кінцевої продукції.

Сьогодні даний метод зазвичай використовують організації харчової промисловості для управління ризиком фізичного, хімічного або біологічного забруднення харчових продуктів. Метод НАССР також використовують під час виготовлення фармацевтичних препаратів і медичних пристроїв.

Застосування методу НАССР починають з складання технологічної карти або блок-схеми процесу і збору інформації про небезпеки, які можуть вплинути на якість, безпеку або надійність процесу і кінцевої продукції. До карти аналізу небезпек для кожного етапу процесу мають бути включеними:

- небезпеки, які можуть бути новими, контрольованими або зростаючими на даному етапі процесу;
- оцінка значущості ризику даних небезпек;
- висновок про значущість сукупного ризику;
- можливі попереджувальні дії для кожної небезпеки;
- можливість застосування моніторингу або контролю виникнення небезпеки на даному етапі (тобто підтвердження того, що точка є критичною контрольною точкою).

Оцінка токсикологічного ризику (англ. *Toxicity assessment*)

Оцінку токсикологічного ризику застосовують для оцінки схильності рослин, тварин і людей дії екологічних небезпек. Метод включає аналіз небезпек або джерел збитку і їх дій на цільові групи населення і шляхів експозиції небезпечних дій на ці групи. Отриману інформацію потім обробляють і одержують оцінку ймовірності ступеня і характеру збитку.

Для даного методу необхідні об'єктивні дані про характер, властивості небезпек, уразливі місця цільової групи населення (або популяції) і взаємодію ідентифікованих небезпек. Ці дані зазвичай засновані на лабораторних і епідеміологічних дослідженнях.

Аналіз сценаріїв (англ. *Scenario analysis*)

Це процес розробки описових моделей розвитку подій. Метод може бути використаний для ідентифікації ризику шляхом розгляду можливих подій в майбутньому і дослідження їх значущості і наслідків. Набори сценаріїв, що відображають, наприклад, «кращий випадок», «гірший випадок» і «очікуваний випадок», можуть бути використані для аналізу можливих наслідків і їх ймовірності для кожного сценарію.

Аналіз сценаріїв може бути корисний в ухваленні політичних рішень і плануванні майбутніх стратегій, а також під час розгляду існуючих видів

діяльності. Даний метод може бути використаний для всіх трьох елементів оцінки ризику. На етапах ідентифікації і аналізу ризику набори сценаріїв, що відображають, наприклад, кращий, гірший і найвірогідніший випадок, можуть бути використані для встановлення того, що може відбутися в конкретних обставинах, а також для аналізу потенційних наслідків і їх вірогідності для кожного сценарію.

Необхідною умовою застосування методу аналізу сценаріїв є наявність групи (наприклад, можливих досягнень в технологіях).

Після формування групи фахівців, що розуміють характер досліджуваних змін, встановлення каналів обміну інформацією, визначення досліджуваних проблем і області застосування методу необхідно ідентифікувати характер можливих змін. Зазвичай пропонують набір сценаріїв, кожний з яких відповідає ймовірній зміні параметрів. Потім для кожного сценарію складають опис переходу від початкової ситуації до даного сценарію. Далі сценарії можуть бути використані для дослідження або оцінки початкової проблеми.

Структурований метод «Що, якщо?» (англ. *Structured what-if technique – SWIFT*)

Це систематизований метод дослідження сценаріїв, заснований на командній роботі, в якому використовують набір слів або фраз-підказок, що допомагають в процесі наради учасникам групи ідентифікувати небезпечні ситуації і створити сценарій їхнього розвитку. Ведучий і група, використовуючи стандартні фрази «що, якщо» в поєднанні з підказками, досліджують, як система, елемент виробничого процесу, організація або процедура поводитимуться під впливом небезпечної події. Метод SWIFT зазвичай застосовують для великих систем з більш високим рівнем деталізації, ніж дозволяє дослідження HAZOP.

Аналіз першопричин (англ. *Root Cause Analysis – RCA*)

Метод RCA використовують для дослідження втрат унаслідок різних видів відмов. Метод RCA спрямований на виявлення первинних причин відмови без розгляду їхніх зовнішніх проявів. Метод RCA має багато напрямів застосування:

- в області безпеки метод RCA використовують для дослідження нещасних випадків і виробничої безпеки;
- в технологічних системах використовують для аналізу надійності і технічного обслуговування;
- застосовують для контролю якості виробничих процесів;
- застосовують для дослідження бізнес-процесів;

– застосовують в ході аналізу складних систем у системах управління змінами менеджменту ризику і в системному аналізі.

Оцінку причин відмов часто починають з дослідження очевидних фізичних причин, далі вивчають причини, пов'язані з людським чинником, і вже потім переходять до вивчення прихованих причин управління або основних причин. Для того, щоб застосування корегуючих дій було ефективним, залучені сторони повинні мати нагоду управляти виявленими в процесі аналізу причинними чинниками або усунути їх.

Аналізування видів і наслідків відмов (англ. *Failure Mode Effect Analysis* – FMEA)

FMEA використовується для ідентифікації способів відмови компонентів, систем або процесів, які можуть призвести до невиконання їхніх функцій. Метод FMEA може бути застосований на стадіях проектування, виробництва і експлуатації виробничої системи.

Для виконання методів FMEA необхідна докладна інформація щодо елементів системи, достатня для аналізу способів і шляхів розвитку відмови кожного елемента. Первинними вихідними даними методу FMEA є перелік видів відмови, механізмів виникнення відмови і його наслідків для кожного компоненту системи або етапу процесу, а також для системи в цілому.

Аналіз рівнів захисту (англ. *Layers of Protection Analysis* – LOPA)

Метод LOPA – змішаний метод оцінки ризику, пов'язаного з небажаною подією або сценарієм. Метод направлений на аналіз достатності заходів по управлінню або зниженню ризику та заснований на виборі пар причин-наслідків, ідентифікації рівнів захисту, які можуть запобігти причині, що призводить до небажаного результату. Метод LOPA може бути використаний як якісний метод дослідження рівнів захисту між небезпекою або причинною подією і результатом. Зазвичай змішаний підхід застосовують для досягнення більшої точності після HAZOP або PHA.

Метод LOPA забезпечує основу для визначення вимог до незалежних рівнів захисту (IPL – *Independent Protection Layers*) і рівнів повноти безпеки (SIL – *Safety Integrity Levels*) для автоматизованих систем, як встановлено в серії стандартів МЕК 61508 і МЕК 61511, а також під час визначення вимог до рівнів повноти безпеки SIL для автоматизованих систем безпеки.

Технічне обслуговування, зорієнтоване на забезпечення безвідмовності (англ. *Reliability centered maintenance*)

Метод функційного аналізування, який дає змогу ідентифікувати політики, які треба запровадити для керування відмовами, щоб ефективно та

результативно досягати необхідного рівня безпеки, готовності та економічності функціонування всіх типів устаткування.

Аналіз прихованих дефектів (англ. *Sneak Analysis*) і **аналіз паразитних схем** (англ. *Sneak Circuit Analysis*)

Метод був розроблений в кінці 1960-х років для НАСА з метою перевірки функціональних можливостей проекту. Це метод функційного аналізування, який дає змогу ідентифікувати паразитні (приховані) стани технічного засобу, програмного засобу чи їх поєднання, які мають випадковий характер; станів, що можуть спричинити виникнення небажаної події чи перешкоджати виникненню бажаної події та не може бути спричинений відмовою якогось складника.

Марківський аналіз (англ. *Markov analysis*)

Марківський аналіз застосовний за ситуації, коли майбутній стан системи залежить тільки від її поточного стану. Даний метод використовують для аналізу ремонтоздатних систем, які можуть працювати в багатьох режимах, і в ситуаціях, коли застосування аналізу надійності окремих блоків системи недоцільно.

Процес марківського аналізу є кількісним методом і може бути дискретним (використовування ймовірності переходу між станами) або безперервним (використовування коефіцієнтів інтенсивності переходу із стану в стан).

Моделювання методом Монте-Карло (англ. *Monte Carlo simulation*)

Метод може бути застосований в складних ситуаціях, які важкі для розуміння і вирішення за допомогою аналітичних методів. Якщо модель розробляють і застосовують вперше, то необхідно для методу Монте-Карло кількість ітерацій може зробити отримання результатів дуже повільним і трудомістким. Однак сучасні досягнення комп'ютерної техніки і розробка процедур генерації даних за принципом латинського гіперкуба дозволяють зробити тривалість обробки незначною у багатьох випадках.

Метод зазвичай використовують для оцінки діапазону зміни результатів і відносної частоти значень для кількісних величин, таких як вартість, тривалість, продуктивність, попит та ін.

Метод Монте-Карло може бути застосований для оцінки невизначеності фінансових прогнозів, результатів інвестиційних проектів, у ході прогнозування вартості і графіка виконання проекту, порушень бізнес-процесу і заміни персоналу. Даний метод застосовують у ситуаціях, коли результати не можуть бути отримані аналітичними методами або існує висока невизначеність вхідних або вихідних даних.

Вхідні дані та відповідну їм невизначеність розглядають у вигляді випадкових змінних з відповідними розподілами. Часто для цих цілей використовують рівномірні, трикутні, нормальні та логарифмічно нормальні розподілу. Модель записують у формі рівняння, що виражає співвідношення між вхідними та вихідними параметрами. Значення, відібрані як вхідні дані, отримують виходячи з відповідних розподілів ймовірностей, що характеризують невизначеності даних.

Байєсівський аналіз і Мережа Байєса (англ. *Bayesian statistics and Bayes nets*)

Створення байєсівського аналізу приписують преподобному Томасу Баєсу. Для оцінки повної ймовірності він запропонував об'єднати апіорні дані з апостеріорними. Байєсівський аналіз відрізняється від класичної статистики припущенням, що параметри розподілів не є постійними, а випадковими змінними. Ймовірність Байєса можна легко зрозуміти, якщо розглядати її як ступінь впевненості в певну подію в протилежність класичному підходу, заснованого на об'єктивних свідченнях. Оскільки підхід Байєса заснований на суб'єктивній інтерпретації ймовірності, то він може бути корисний під час вибору рішення та розробки мереж Байєса (або мереж довіри).

Мережа Байєса є графічною моделлю, що становить змінні та їх ймовірнісні взаємозв'язки. Мережа складається з вузлів, що становлять випадкові змінні, і стрілок, що пов'язують батьківський вузол з дочірнім вузлом (батьківський вузол – змінна, яка безпосередньо впливає на іншу дочірню змінну). Мережі Байєса можуть бути застосовані для вивчення причинних зв'язків, поглиблення розуміння проблемної області та прогнозування наслідків втручання в систему.

Криві FN

Криві FN є способом графічного представлення ймовірності подій, що викликають певний рівень небезпечних впливів для встановленої групи населення. Найчастіше ці криві відображають частоту заданої кількості жертв. Криві FN відображають накопичену частоту (F), при якій на N або більше представників населення буде надано вплив. Великі значення N, які можуть виникнути з високою частотою F, становлять значний інтерес, оскільки ймовірність подій в цьому випадку велика.

Криві FN дозволяють відобразити рівень ризику, який є лінією, що описує швидше деякий діапазон, ніж окрему точку, що становить пару значень ймовірності та наслідки. Криві FN можуть бути використані для порівняння значень ризику, наприклад, порівняння прогнозованого ризику з критеріями у вигляді кривої FN або для порівняння прогнозованого ризику з накопиченими

даними про інциденти або з критеріями прийняття рішення.

Якщо необхідно досліджувати нещасні випадки або аварії з низькою частотою виникнення або значущими наслідками, то для належного аналізу слід розглянути тривалі періоди часу і достатню кількість даних. Це допомагає також виявити сумнівні дані, якщо, наприклад, подія початкова подія змінилася в часі.

Застосування кривих FN доцільно для подання інформації про ризик, який можуть прийняти керівництво і розробник системи, для обґрунтування прийняття рішень щодо рівня ризику і безпеки.

Індекси ризику (англ. *Risk index*)

Індекс ризику – це міра ризику, що становить собою кількісну оцінку ризику, отриману із застосуванням бальних оцінок на основі порядкових шкал. Індекси ризику застосовують для впорядкування значень ризику на основі східних критеріїв так, щоб їх можна було порівнювати.

Бальні оцінки застосовують до кожного компонента ризику, наприклад, характеристик (джерелами) забруднення, діапазону можливих способів впливу вибуху та його впливу на реципієнтів.

Індекси ризику є принципово якісним підходом, застосовуваним для ранжирування та порівняння ризиків. У багатьох випадках, коли застосовувана модель або система недостатньо добре вивчена, або її не можна належним чином подати переважно застосовують якісний підхід.

Матриця наслідків і ймовірностей (англ. *Consequence/probability matrix*)

Матриця наслідків і ймовірностей є засобом об'єднання якісних або змішаних оцінок наслідків і ймовірностей та застосовується для визначення або ранжирування рівня ризику. Формат, рядки і колонки матриці залежать від сфери застосування, при цьому дуже важливо, щоб розроблена матриця відповідала ситуації, що розглядається.

Матрицю зазвичай застосовують як засіб попередньої оцінки, якщо було виявлено кілька видів ризику, наприклад, для визначення того, який ризик вимагає подальшого або більш докладного аналізу, який ризик необхідно обробляти в першу чергу, а який слід розглядати на більш високому рівні менеджменту. Дану матрицю також застосовують для відбору видів ризику, які не потребують подальшого розгляду, а також для визначення прийнятності чи неприйнятності ризику відповідно до матриці.

Аналіз ефективності витрат використовують для оцінки ризику за ситуації, коли необхідно порівняти загальні очікувані витрати із загальними очікуваними вигодами (доходами і перевагами) і вибрати кращий або

найвигідніший варіант рішення. Аналіз може бути якісним або кількісним, або поєднувати в собі кількісні і якісні елементи.

Вхідними даними для ухвалення рішень про ризик є отримана чиста приведена вартість (NPV). Позитивне значення NPV зазвичай означає, що подія має відбутися. Проте в окремих випадках для негативного ризику, що включає ризик для життя людини або значну шкоду навколишньому середовищу, може бути застосований принцип ALARA (рис. 1.14).

Аналіз ефективності витрат може бути використаний для вибору між різними рішеннями, пов'язаними з ризиком.

Вхідні дані включають інформацію про витрати і вигоди для відповідних причетних сторін і про оцінку невизначеності цих витрат і вигод.

Метод Файн-Кінні

Широко застосовуваним методом оцінки професійного ризику є метод Файн-Кінні. Підхід заснований на комбінації ступеня схильності працівника впливу шкідливого чинника на робочому місці, ймовірності виникнення загрози і наслідків для здоров'я та/або безпеки працівників у тому випадку, якщо загроза здійсниться (табл. 1.2).

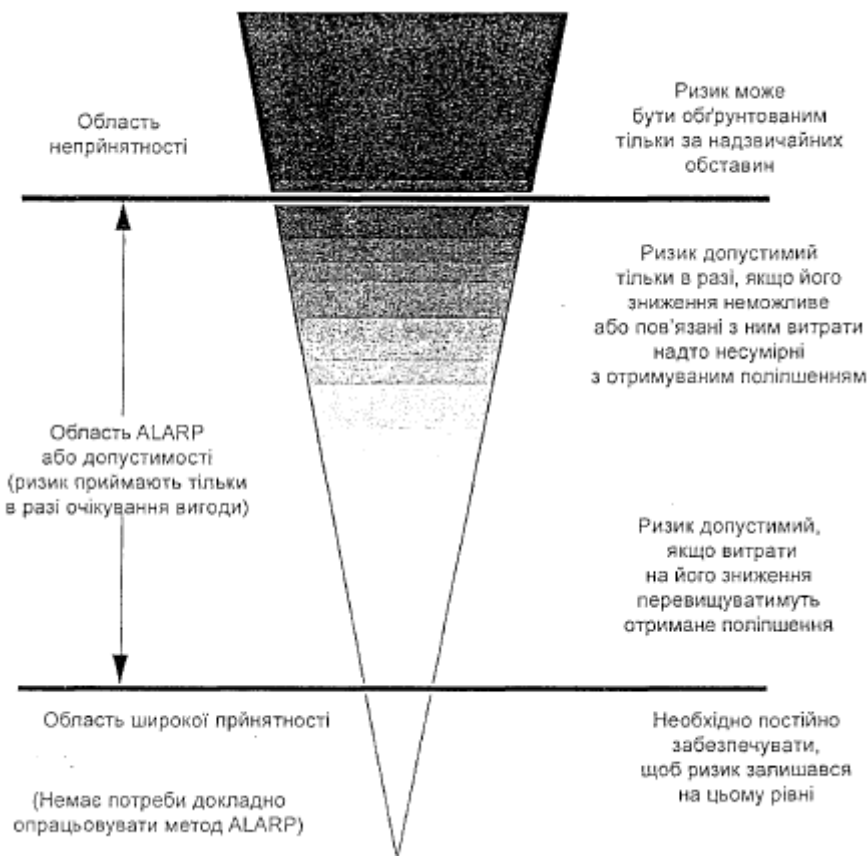


Рисунок 1.14 – Поняття ALARA (ALARP)

Цей метод виражається формулою:

$$R = \text{Схильність} \times \text{Ймовірність} \times \text{Наслідки}$$

Таблиця 1.2 – Критерії розрахунку ризику за методом Файн-Кінні

Схильність	Ймовірність	Наслідки	Ризик
10 – Постійна	10 – Очікувано, це трапиться	100 – Катастрофа, багато жертв	>400 – Вкрай високий ризик, негайне припинення діяльності
6 – Регулярна (щодня)	6 – Дуже ймовірно	40 – Аварія, кілька жертв	200 – 400 – Високий ризик, необхідні негайні удосконалення
3 – Час від часу (щотижня)	3 – Незвично, але можливо	15 – Дуже важкі, 1 людина загинула	70 – 200 – Серйозний ризик, необхідні удосконалення
2 – Іноді (щомісяця)	1 – Неймовірно	(відразу або через якийсь час)	20 – 70 – Можливий ризик, необхідно приділити увагу
1 – Рідко (щорічно)	0,5 – Можна собі уявити, але неймовірно	7 – Важкі, інвалідність	0 – 20 – Невеликий, можливо прийнятний ризик
0,5 – Дуже рідко	0,2 – Майже неможливо	3 – Серйозні, травма та невихід на роботу	
0 – Ніколи	0,1 – Неможливо	1 – Мінімальні, достатньо надання першої допомоги	
	0 – Абсолютно неможливо		

Метод Файн-Кінні класифікує професійний ризик за п'ятьма групами:

1. Дуже легкий.
2. Невеликий.
3. Середній.
4. Високий.
5. Вкрай високий.

Аналіз впливу людського чинника (англ. *Human Reliability Assessment – HRA*)

Метод застосовують для оцінки впливу дій людини, у тому числі помилок оператора, на роботу системи. В багатьох процесах існує можливість помилки оператора, особливо якщо у оператора недостатньо часу для ухвалення рішень. Проте, іноді дія оператора може бути єдиним захистом, що запобігає катастрофічним наслідкам відмови. Значущість оцінки дій оператора підтверджується подіями, в яких критичні помилки оператора сприяли катастрофічному розвитку подій. Більш того, оцінка дій оператора дозволяє виявити помилки, які можуть негативно впливати на продуктивність, і визначити способи усунення даних помилок й інших відмов (технічних і програмних засобів). Приклад алгоритму аналізу зображено на рис. 1.15.

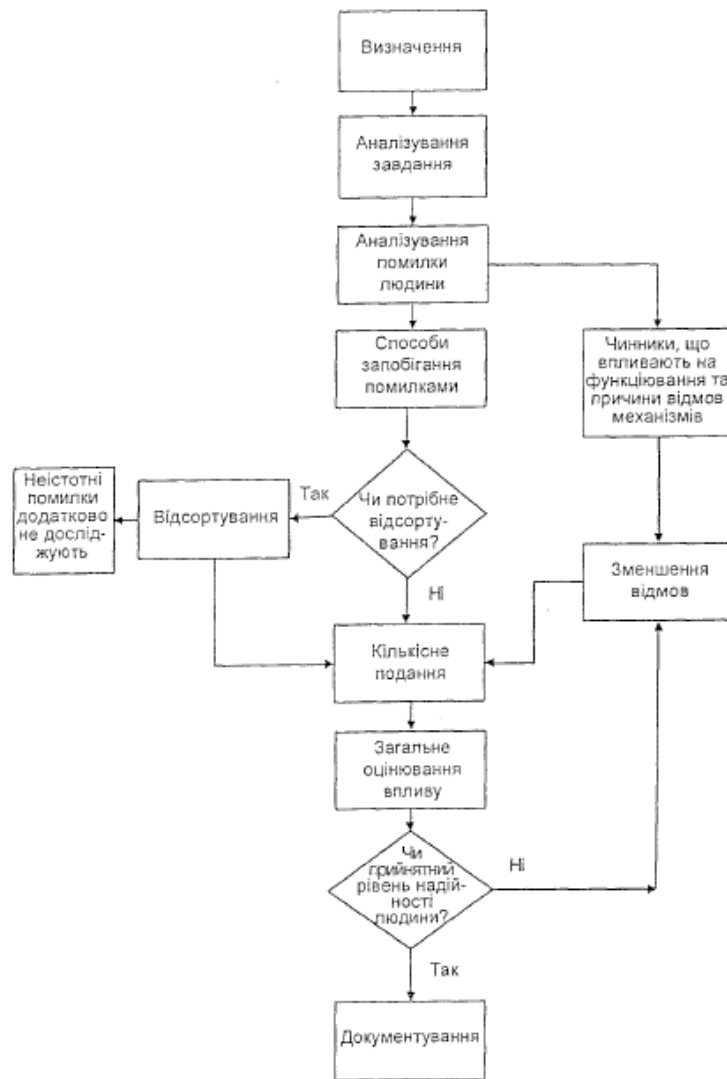


Рисунок 1.15 – Приклад загального оцінювання надійності людини

Даний метод може бути використаний на стадії проектування системи для ідентифікації причин відмови і вибору варіанта проекту. ФТА може бути використаний на стадії виробництва для ідентифікації видів основних відмов і відносної значущості шляхів, що призводять до кінцевої події. Дерево може бути використано для аналізу поєднання подій, які призвели до виникнення досліджуваної відмови. Виділяють такі **етапи розробки** діаграми дерева несправностей (рис.1.16):

- визначення кінцевої події, яку необхідно проаналізувати. Це може бути відмова або більш загальні наслідки відмови;
- ідентифікація можливих причин або видів відмов, що призводять до кінцевої події, починаючи з кінцевої події;
- аналіз ідентифікованих видів і причин відмови для визначення того, що конкретно призвело до відмови;

– послідовна ідентифікація небажаного функціонування системи з переходом на більш низькі рівні системи, доки подальший аналіз не стане недоцільним;

– оцінка ймовірності основних подій (якщо це можливо) і подальший розрахунок ймовірності кінцевої події.

В ході застосування кількісної оцінки дерево несправностей може бути спрощено за допомогою Булевої алгебри, що дозволяє врахувати дублюючі види відмов.

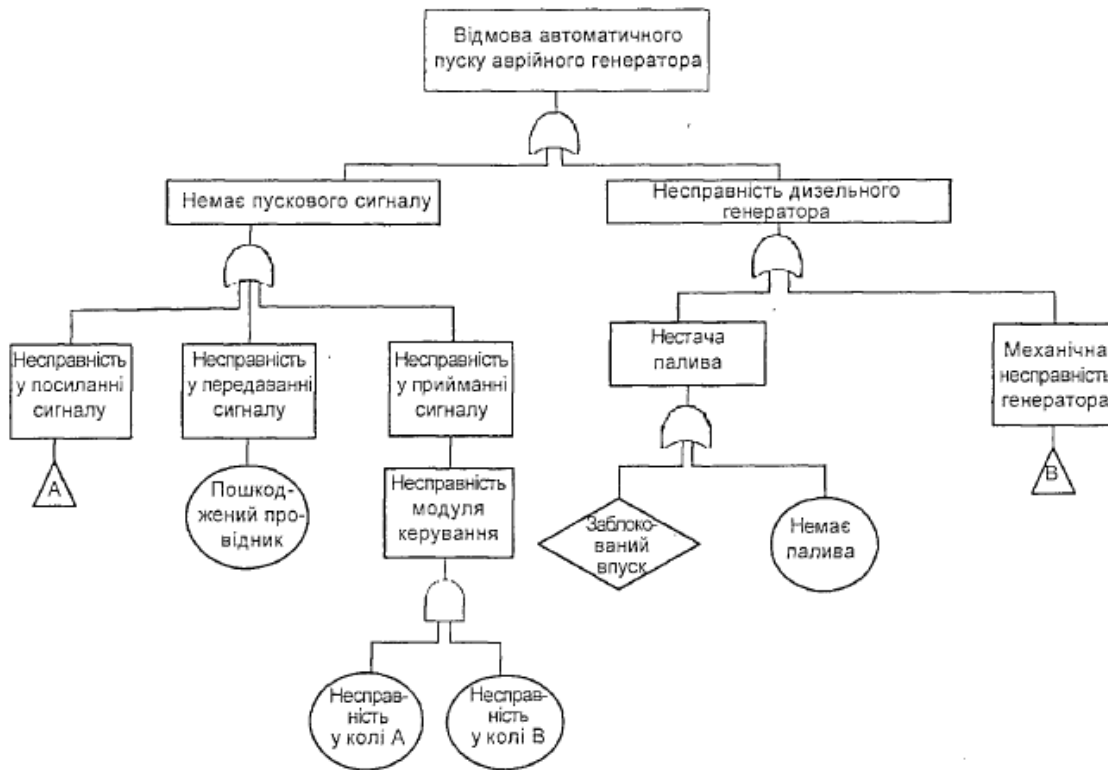


Рисунок 1.16 – Приклад побудови дерева несправностей

Аналіз дерева подій (англ. *Event Tree Analysis* – ЕТА)

ЕТА є графічним методом подання взаємовиключних послідовностей подій, що йдуть за появою початкової події, відповідно до функціонування і нефункціонування систем, розроблених для пом'якшення наслідків небезпечної події. ЕТА може бути застосований для якісної і кількісної оцінки.

ЕТА – це логічна техніка моделювання, яка досліджує успішні події та відмови через простіші початкові події, тим самим допомагає побудувати шлях для оцінювання вірогідності результатів і повного аналізу системи. ЕТА ідентифікує всі наслідки системи, які можуть трапитися після початкової події. Даний метод аналізу може застосовуватися до широкого ряду систем: атомні електростанції, літальні апарати, хімічні заводи. Цей метод використовується

для аналізу наслідків функціонування або відмов різних систем, якщо деяка початкова подія мала місце.

ЕТА може використовуватися на будь-кому етапі виготовлення продукту або процесу. Дерево подій, як метод якісного аналізу, можна використовувати, щоб допомогти спланувати або передбачити послідовність подій, які наслідуватимуть початкову подію, або як результат застосування різних превентивних дій, засобів контролю для пом'якшення небажаних наслідків.

Аналіз причин і наслідків (англ. *Cause and consequence analysis*)

Аналіз причин і наслідків є поєднанням методів дерева несправностей і дерева подій. Даний метод починають з розгляду критичної події і аналізу її наслідків за допомогою застосування поєднання логічних елементів ТАК/НІ. Ці елементи є умовами, за яких система, розроблена для зниження наслідків початкової події, знаходиться в працездатному стані або в стані відмови.

Метод аналізу причин і наслідків спочатку був розроблений як інструмент перевірки надійності систем, критичних для забезпечення безпеки, який використовували для більш повного розуміння відмов системи. Так само як метод аналізу дерева несправностей, даний метод використовують для відображення логіки відмови, що призводить до критичної події, проте, додатково до функціональних можливостей дерева несправностей, цей метод дозволяє провести аналіз послідовності появи відмов.

Аналіз дерева рішень (англ. *Decision tree*)

Метод дозволяє послідовно подати альтернативні варіанти рішень з їх вихідними даними і відповідною невизначеністю. Як і під час виконання аналізу дерева подій, побудову слід починати з початкової події або ухваленого рішення. Далі необхідно побудувати шляхи розвитку подій, визначити результати, які можуть бути отримані в ході реалізації подій, і різні рішення, які можуть бути прийняті.

Метод дерева рішень зазвичай застосовують в управлінні ризиком проектних рішень і в інших випадках, коли необхідно вибрати якнайкращий спосіб дій в ситуації невизначеності.

Аналіз за схемою «краватка-метелик» (англ. *Bow tie analysis*)

Аналіз «краватка-метелик» є схематичним способом опису та аналізу шляху розвитку небезпечної події від причин до наслідків. Даний метод поєднує дослідження причин події за допомогою дерева несправностей і аналіз наслідків за допомогою дерева подій. Проте основну увагу методу «краватка-метелик» сфокусовано на бар'єрах між причинами і небезпечними подіями та небезпечними подіями і наслідками.

Діаграми «краватка-метелик» можуть бути побудовані на основі виявлених несправностей і дерев подій, але частіше їх будують безпосередньо в процесі проведення мозкового штурму (рис. 1.17).

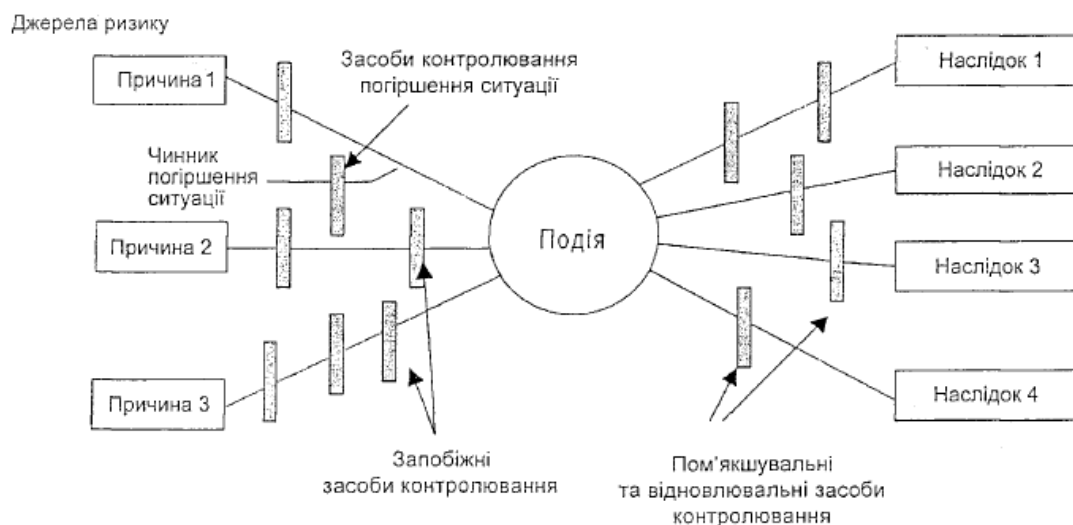


Рисунок 1.17 – Приклад діаграми «краватка–метелик»

Метод може бути корисний за ситуацією, коли існують точно встановлені незалежні шляхи, що приводять до відмови.

Контрольні запитання та завдання

1. Назвіть основні закони, що формують діяльність у напрямку БЖД.
2. Дайте визначення понять безпека, небезпека, чинник небезпеки.
3. Охарактеризуйте психофізіологічний чинник небезпеки.
4. Які засоби належать до технічних, організаційних та управлінських методів забезпечення безпеки?
5. Охарактеризуйте технічні ризики, одиниці їх виміру.
6. Які рівні індивідуального ризику існують? Сформулюйте концепцію прийняттого ризику.
7. Постановка задачі ризик-менеджменту.
8. Наведіть основні методи якісного та кількісного оцінювання ризику.

2 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЖД

2.1 Міжнародний підхід щодо забезпечення професійного здоров'я та безпеки праці

Україна активно інтегрується у світове співтовариство, де концепції формування та розвитку безпеки й охорони праці пройшли досить тривалий еволюційний шлях і показали свою спроможність в економічно розвинених країнах. Законодавство Євросоюзу у сфері охорони праці можна умовно розділити на дві групи:

- директиви ЄС щодо захисту працівників;
- директиви ЄС щодо випуску товарів на ринок (включаючи обладнання, устаткування, машини, засоби колективного та індивідуального захисту, які використовують працівники на робочому місці).

До управління ОП у західних країнах застосовуються такі підходи:

- підхід ISRS (*International Safety Rating System*), який базується на концепції *Loss Control Management*, тобто оцінці безпеки на підприємстві управління втратами; призначений для оцінки ефективності управління охороною праці та її сертифікації;
- підхід OHSAS (*Occupational Health and Safety Assessment*) – система управління безпекою і гігієною праці, яка діє з 1999 р. і застосовується для аудиту та видачі сертифікатів на системи управління охороною праці;
- управління ризиком на підприємстві;
- інтеграція системи управління охороною праці з управлінням якістю (ISO 9001), охороною навколишнього середовища (ISO 14001) і безпекою (OHSAS 18001).

Міжнародний стандарт OHSAS так само, як і система управління якістю ISO 9000 і система управління охороною навколишнього середовища ISO 14000, побудований на основі циклу Демінга або PDCA (рис. 2.1).

Цикл PDCA – модель безперервного поліпшення процесів управління виробничими (і не тільки) процесами. Цикл PDCA – це плануй (Plan), роби (реалізуй) (Do), перевіряй (Check), впливай (Act). Його застосування в різноманітних галузях діяльності дозволяє ефективно керувати цією діяльністю на системній основі. Методологія PDCA є найпростішим алгоритмом дій керівника з управління процесом і досягнення його цілей.

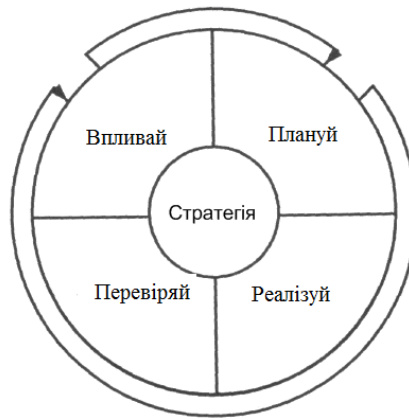


Рисунок 2.1 – Цикл Демінга

Міжнародний стандарт OHSAS 18001:2007 (*Occupational Health and Safety Management Systems*) встановлює вимоги щодо управління професійною безпекою і здоров'ям, де відправною точкою є працівник з його фізичними, фізіологічними та психічними особливостями. Основні завдання цих систем реалізовані у вигляді профілактичної роботи для забезпечення професійної безпеки і здоров'я персоналу, а також запровадження системного підходу до цього.

Охорона праці за кордоном – це визначення факторів ризику для здоров'я та життя за допомогою системного аналізу існуючих проблем. Відправною точкою при цьому є людина з її конкретними особливостями фізіологічними та ментальними. Всебічно та широко використовується превентивний підхід, що дає можливість передбачення та запобігання різного роду інцидентів, що можуть виникнути впродовж виконання професійної діяльності.

Вимоги про те, якою має бути охорона праці в країнах ЄС, закріплено в законодавстві й, насамперед, у **директиві № 89/391 «Про заходи щодо поліпшення безпеки й здоров'я трудящих»**. Відповідно до неї роботодавці зобов'язані оцінювати виробничі ризики й забезпечувати адекватні захисні та профілактичні заходи, гарантувати відповідне навчання й інструктаж працівників з дотримання заходів безпеки, а також надавати працівникам інформацію та консультації і дозволяти їм брати участь в обговоренні всіх питань із забезпечення безпеки й гігієни праці.

Міжнародний стандарт SA 8000 «Соціальна відповідальність», який ставить за мету сприяти постійному поліпшенню умов наймання і здійснення трудової діяльності, виконання етичних норм цивілізованого суспільства. Стандарт SA 8000 спрямований на забезпечення привабливості умов наймання

для співробітників, поліпшення умов їхньої праці і життєвого рівня.

Необхідно пам'ятати, що завданнями охорони праці є не тільки запобігання фізичної шкоди (нешасні випадки та професійні захворювання), але також зниження навантаження на працівників і створення морально здорових умов праці.

Метою *Директиви Ради 89/391/ЄЕС «Про проведення заходів, спрямованих на поліпшення безпеки та гігієни праці робітників»* є «впровадження заходів для заохочення удосконалення у сфері безпеки і захисту здоров'я працівників під час роботи». Директива застосовується у всіх приватних, державних і муніципальних галузях. Відповідно до Директиви Ради 89/391/ЄЕС основний обов'язок роботодавця – піклуватися про безпеку та здоров'я у будь-яких ситуаціях, пов'язаних з роботою.

Для реалізації зазначених вище вимог, стандартів та директив щодо вдосконалення організації праці, забезпечення безпеки праці та поліпшення умов праці у найбільш промислово розвинених країнах також є *система охорони праці*. У Швеції, наприклад, прийнятий закон про умови, за яких департаменти, або особи, які призначені підприємствам, відповідають за безпеку праці. Є аналогічні закони в Норвегії, Нідерландах, Великій Британії та Сполучених Штатах тощо. Довгострокові зусилля у сфері професійної безпеки праці дозволяють зробити висновок, що поліпшення умов праці, які відповідають інтересам працівників, керівників і суспільства в цілому, нерозривно пов'язано з економічним стимулом для роботодавців.

Фінансування професійної безпеки та охорони праці в промислово розвинених країнах існує за рахунок приватних підприємств, держави або її окремих регіонів та системи соціального страхування. У багатьох країнах економічні стимули з боку держави приймають форму субсидій, наприклад, при покупці нового безпечного виду обладнання, а також сировини, що не надає шкідливий і небезпечний вплив на здоров'я (Канада). На відміну від Європи, де поділ на малих, середніх і великих підприємств залежить від кількості працівників, в Канаді за основу береться сума внесків, що сплачується за рік.

У ряді європейських країн надають податкові пільги й інші способи заохочення підприємств, що приймають заходи щодо покращення безпеки та здоров'я на роботі: платежі заздалегідь або гранти для проведення профілактичних заходів, часткове відшкодування витрат на реалізацію заходів у сфері безпеки праці, виключення з прибутку витрат на поліпшення умов праці (Португалія). Аналіз міжнародного досвіду показує, форми матеріального стимулювання може відігравати важливу роль в підвищенні професійної

безпеки і здоров'я на роботі. Прикладом є модель, яка розроблена Європейським фондом для поліпшення умов життя і праці (Ірландія) – нагорода за вже досягнуте і заохочення задля подальшого вдосконалення.

Французький досвід заслуговує на увагу щодо стимулювання охорони праці малих і середніх підприємств, де система встановлює страховий тариф та залежить від кількості нещасних випадків на роботі. Це використовується як фінансовий важіль, призначений для запобігання професійних ризиків.

Нова стратегія для Австралії у сфері охорони праці сформована на принципі: робота має бути вільною від нещасних випадків, травм і професійних захворювань. Для досягнення цієї мети, разом з іншими заходами, передбачені стимули за безумовне дотримання законів і правил щодо охорони праці та примусове їх дотримання у разі потреби. У Європі простежується ще один важливий напрямок у питаннях безпечної професійної діяльності – мотивація адміністративного персоналу і співробітників. Стимулювання удосконалення виробництва та морального духу співробітників умовами праці та дбайливим ставленням до його обов'язків, показує на практиці, що це призводить не тільки до зменшення можливості отримання травми, але і поліпшення продуктивності і збільшення заробітної плати.

Відповідно до досліджень Міжнародної асоціації соціального страхування інвестиції в консолідовані дії у рамках превентивної політики призвели до величезної соціально економічної вигоди. Підраховано, що інвестиції в профілактику окупається більше, ніж удвічі. Середня співвідношення від інвестицій та прибутку в профілактиці є 1:2,2. Ще більш вигідні інвестиції в профілактичні обстеження щодо медичних та навчальних програм з профілактики (1:1 та 7.6:4.4 відповідно). Превентивні заходи на робочих місцях з метою збереження здоров'я працівників, здатні на 25% скоротити витрати щодо непрацездатності, витрати на страхування з інвалідності та компенсації потерпілим працівникам.

Завдяки ініціативам міжнародних організацій вдалося досягти певний одноманітний погляд на концепцію охорони праці в країнах з розвинутою ринковою економікою. Так, на сьогоднішній день більшість держав визнає необхідність посилення розвитку сучасних нормативних рішень у таких областях, як:

- управління професійною безпекою і здоров'ям;
- фізіологія виробничого середовища;
- психологія виробничого середовища.

Для реалізації консолідованих дій у рамках профілактичної політики

необхідно розглядати системний погляд на цю проблему. В силу відсутності як такої конкуренції між підприємствами у вітчизняній економічній системі до недавнього часу іншим функціям не надавалося такого значення, як у західних країнах, де їх розвиток обумовлювався економічною необхідністю. Інші компоненти, що складають концепцію охорони праці, складно формалізуються або зовсім не формалізуються, частина з яких взагалі має пряме відношення до психології.

2.2 Організація управління охороною праці на підприємствах

Основою правового забезпечення БЖД про охорону праці, що створює безпечний стан виробництва, є закон України «Про охорону праці», та низка законів, кодексів та прийнятих до них нормативно-правових актів.

Охорона праці – система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в трудовому процесі (Закон України «Про охорону праці»; див. також ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять» та ДСТУ 3138–95 «Організація промислового виробництва. Праця та заробітна плата. Терміни та визначення»).

Державна політика України в галузі охорони праці (ОП) спрямована на створення безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням (НПАОП 0.00–7.11–12 «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників»). Вона базується на ряді принципів, основними з яких є пріоритет життя і здоров'я працівників, повна відповідальність роботодавця за створення безпечних та належних умов праці, підвищення рівня промислової безпеки, комплексне розв'язання завдань з охорони праці, соціальний захист працівників, повне відшкодування особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, і поділяється на рівні: **загальнодержавний; регіональний** (обласний, районний, міський, районний у місті, селищі, селі); **галузевий** та **виробничий** (рівень підприємств).

Державне управління охороною праці здійснюють:

- Кабінет Міністрів України (КМУ);
- Державна служба України з питань праці (Держпраці) – центральний орган виконавчої влади України, утворений 10 вересня 2014 р. Постановою Кабінету Міністрів № 442 шляхом злиття Державної служби гірничого нагляду

та промислової безпеки, Державної інспекції з питань праці);

- міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади;
- місцева державна адміністрація, органи місцевого самоврядування.

Головними пунктами, які має виконати підприємство для відповідності законодавству України у сфері охорони праці є:

1. Створення служби охорони праці.

Згідно зі ст. 15 Закону «Про охорону праці» така служба обов'язково має бути створена на підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб згідно з Типовим положенням про службу охорони праці, затвердженому наказом Держкомітету з нагляду за охороною праці від 15.11.2004 р. № 255 (НПАОП 0.00–4.21–04 «Типове положення про службу ОП»). На підставі цього документа також має бути розроблено Положення про службу охорони праці цього підприємства, визначено структуру такої служби, її чисельність, основні завдання, функції та права її працівників. Крім того, мають бути затверджені посадові інструкції посадових осіб служби, що визначають їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій.

На підприємствах з кількістю працівників менше 50 чоловік функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва (суміщення) особи, які мають відповідну підготовку. А на підприємствах з кількістю працівників менше 20 для виконання функцій служби охорони праці можуть на договірних засадах залучатися сторонні фахівці, які мають не менше трьох років виробничого стажу і пройшли навчання з охорони праці.

2. Розроблення та затвердження на підприємстві положень, інструкцій та інших актів з охорони праці.

Обов'язок роботодавця за твердженням таких документів передбачений в ст. 13 Закону «Про охорону праці». Вони повинні встановлювати правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках і робочих місцях. Інструкції та інша документація з охорони праці розробляються на підставі положень законодавства з охорони праці, типових інструкцій та технологічної документації підприємства з урахуванням виду діяльності підприємства і конкретних умов праці на ньому.

3. Організування проведення інструктажів з питань охорони праці.

Перед початком роботи нового працівника роботодавець згідно зі ст. 29 КЗпП та НПАОП 0.00–4.12–05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці» зобов'язаний проінформувати його під розписку про умови праці, наявні на його робочому місці.

У тому числі, про всі небезпечні чи шкідливі виробничі чинники, які ще не усунуто, та про можливі наслідки їх впливу на здоров'я працівника, а також про можливі пільги та компенсації за роботу в таких умовах – тобто провести *первинний інструктаж*. Крім того, при прийнятті на роботу всі працівники повинні за рахунок роботодавця пройти *вступний інструктаж*, навчання, перевірку теоретичних знань, первинний інструктаж на робочому місці, стажування і набуття навичок безпечних методів праці. Тільки після цього працівники допускаються до самостійної роботи. Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці, а первинний – безпосередній керівник працівника.

Надалі з працівниками мають проводитися *повторні інструктажі* (раз на квартал або раз на півріччя), *позапланові* (при зміні правил охорони праці, зміни в обладнанні або при порушенні працівником правил охорони праці) та *цільові інструктажі* (зокрема, при разових роботах, не пов'язаних зі спеціальністю). Інформація про проведення інструктажів має вноситися до відповідного журналу, завірені підписом як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував.

Роботодавець у виборі форми проведення інструктажу абсолютно не обмежений законодавчим полем. Інструктаж може бути індивідуальним або груповим, тобто проводиться окремо з одним працівником або ж із групою працівників. Інструктаж може відбуватися у вигляді:

- співбесіди;
- лекції;
- самостійного вивчення працівником відповідних розділів місцевих інструкцій або ж правил, передбачених програмою відповідного інструктажу;
- перегляду навчальних фільмів, презентацій.

Інструктаж проводиться, як правило, в спеціально обладнаному для цього приміщенні, з використанням сучасних технічних засобів навчання, навчальних та наочних посібників за програмою, розробленою з урахуванням особливостей виробництва. З цією метою на підприємствах створюються куточки або навіть кабінети охорони праці. Інструктажі проводяться згідно з темами, що заздалегідь розробляються і затверджуються у вигляді відповідних програм на основі чинних на підприємстві, в установі чи організації інструкцій. Програма та тривалість інструктажу затверджуються керівником підприємства. Після закінчення інструктажу проводиться усне опитування осіб щодо засвоєння викладеного матеріалу.

4. Забезпечення навчання і перевірка знань з питань охорони праці.

Згідно зі ст. 18 Закону «Про охорону праці» працівники, зайняті на

роботах з підвищеною небезпекою або там, де є потреба у професійному доборі, повинні щороку проходити навчання і перевірку знань з питань охорони праці. Навчання з питань охорони праці таких працівників може проводитися як безпосередньо на підприємстві, так і іншим суб'єктом господарювання, що займаються таким навчанням. Перевірка знань працівників з питань охорони праці має здійснюватися відповідною комісією підприємства, склад якої затверджується керівником підприємства. Керівники підприємств з кількістю працівників понад 1000 осіб, керівники та спеціалісти служби з питань охорони праці та члени комісії з питань охорони праці таких підприємств повинні раз на три роки проходити навчання з питань охорони праці у галузевих навчальних центрах або в навчальних закладах та установах, які проводять таке навчання. Там також навчання проходять посадові особи малих підприємств.

5. Дбання про проведення медичних оглядів.

Згідно зі ст. 169 КЗпП роботодавець зобов'язаний за свої кошти організувати проведення *попереднього* (при прийнятті на роботу) та *періодичних* (протягом трудової діяльності) медоглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі. Також він зобов'язаний проводити щорічний обов'язковий медогляд осіб віком до 21 року. Перелік професій, виробництв та організацій, працівники яких підлягають обов'язковим професійним медичним оглядам і порядок їх проведення затверджені постановою КМУ від 23.05.2001 р. № 559. Терміни проведення таких медоглядів встановлюються Міністерством охорони здоров'я. Плани-графіки їх проведення, місце проведення та перелік докторів, які проводять обстеження, затверджується головними лікарями закладів охорони здоров'я, які проводитимуть медогляди. Результати професійних медоглядів працівників у вигляді висновку фахівців про можливість допуску працівника до роботи заносяться в їхні медичні книжки, які мають зберігатися у роботодавця.

6. Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту.

На роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також на роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими температурними умовами, працівникам згідно зі ст. 164 КЗпП має безкоштовно видаватися спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). Норми безплатної видачі ЗІЗ затверджені окремими наказами профільних міністерств або інших держорганів для конкретних видів виробництва. Видача замість ЗІЗ матеріалів для їх виготовлення або грошових сум для їх придбання заборонена. Але, якщо працівник купить ЗІЗ за свій рахунок через порушення

термінів їх безкоштовної видачі, то роботодавець зобов'язаний компенсувати працівникові вартість їх придбання.

7. Проведення атестації робочих місць за умовами праці.

На підприємствах, де технологічний процес, використовуване обладнання, сировина та/або матеріали є потенційними джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів, які можуть негативно впливати на стан здоров'я працюючих, має проводитися атестація робочих місць за умовами праці. Така атестація має проводитися атестаційною комісією, склад і повноваження якої визначаються наказом по підприємству в строки, передбачені колективним договором, але не рідше одного разу на 5 років. Порядок проведення такої атестації передбачений постановою КМУ від 01.08.1992 р. № 442. Відомості про результати атестації заносяться в картку умов праці.

8. Налагодження обліку нещасних випадків.

Згідно зі ст. 22 Закону «Про охорону праці» роботодавець зобов'язаний організувати розслідування та вести облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій у порядку, встановленому постановою КМУ від 30.11.2011 р. № 1232. За результатами такого розслідування роботодавець повинен скласти акт за формою Н-5 (якщо нещасний випадок визнано таким, що не пов'язаний з виробництвом) або Н-1 (якщо він визнаний пов'язаним з виробництвом). Один з примірників має видатися потерпілому або іншій зацікавленій особі не пізніше трьох днів з моменту закінчення розслідування. Далі більш детально буде розглянуто порядок розслідування нещасних випадків.

Крім перерахованого вище, на роботодавця покладається і ряд інших обов'язків, пов'язаних з охороною праці. Частина з них виглядає декларативно (наприклад, обов'язок впроваджувати прогресивні технології), але інші обов'язки повинні суворо дотримуватися роботодавцями (наприклад, вимоги щодо охорони праці жінок, неповнолітніх та інвалідів, вимога подавати звітність про стан охорони праці).

На підставі охоплення і вирішення всіх завдань, які зумовлені комплексом виробничої діяльності підприємства відповідно до нормативних актів та розв'язання цих завдань з 1976 року була створена та впроваджена **система керування охороною праці (СКОП)** згідно з ДСТУ 2293:2014 – складник загальної системи керування галуззю, об'єднанням підприємств, підприємством, установою, організацією, що сприяє запобіганню нещасним випадкам (на виробництві) і професійним захворюванням, установлює політику, мету охорони праці та способи їх досягнення, охоплює комплекс заходів,

спрямованих на виконання вимог законодавства про охорону праці. Таким чином, до **основних завдань** СКОП належать:

- забезпечення безпеки виробничих процесів;
- нормалізація санітарно-гігієнічних і психофізіологічних умов праці;
- лікувально-профілактичне обслуговування працівників;
- санітарно-побутове обслуговування працівників;
- навчання й інструктаж працівників;
- професійний відбір працівників, контроль за їх професійною адаптацією;
- забезпечення оптимальних режимів праці й відпочинку;
- організація метрологічного забезпечення, включаючи методи і засоби

вимірювань параметрів умов праці, безпеки виробничого устаткування і технологічних процесів.

Об'єктами управління системи є діяльність підприємства щодо забезпечення безпеки професійної діяльності, тобто, безпечних і нешкідливих умов праці.

Органами управління СКОП є адміністративно–господарські керівники, профспілковий комітет, служба охорони праці підприємства.

Організаційно-методичну структуру СКОП становить сукупність стандартів підприємства, що регулюють основні положення системи та діяльність підприємства з питань охорони праці. Ухвалення рішень з питань охорони праці здійснюється на основі порівняння фактичних даних про стан умов праці з нормативними і реалізується через управляючі дії (соціально-економічні, адміністративні, правові тощо). У ролі критеріїв управління виступають показники безпеки і нешкідливості праці, кількісні та якісні показники.

Методика забезпечення професійної безпеки реалізована у вигляді атестації умов робочого місця, що відбувалася 1 раз в 5 років і професійного медичного обстеження, яке проводилося не менше, ніж 1 раз у 2 роки (НПАОП 0.00–6.23–92 «Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці»). Таким чином, ця методика орієнтована на ведення обліку та довідкової документації за умовами праці, тобто обробки статистичної інформації щодо відповідності виробничих чинників середовища нормативним значенням, технічних аварій, професійних захворювань, і т. ін.

Відповідальним за організацію і функціонування СКОП у цілому є керівник підприємства, а у функціональних службах і структурних підрозділах – їхні керівники.

Координація діяльності СКОП покладається на службу ОП, яку створює на підприємстві його власник. Служба ОП підпорядковується безпосередньо

керівнику підприємства і прирівнюється до основних виробничо-технічних підрозділів.

За роки реформ в Україні відбулися значні інституційно-структурні зміни, які потягли за собою ряд змін в організаційно-правовій побудові економіки та трудовому законодавстві тощо. В країні змінилися стосунки між роботодавцями та найманими працівниками, що відобразилося на підходах до управління як виробництвом, фінансами, персоналом та охороною праці також. Сучасними підходами до управління охороною праці є наступні підходи.

Економічний підхід. У сучасному ринковому господарстві жодні бізнесові цілі не будуть реалізовані без створення належної безпеки працівників. Тому велика увага приділяється співпраці у цій галузі, а також навчанню працівників та усвідомленню ними необхідності управління ризиком, виконання праці максимально безпечним засобом.

Управління на підставі оцінки ризику. Сучасна СКОП має спиратися на ідентифікацію небезпек та оцінку ризику. Це вимагає, по-перше, ретельної, комплексної попередньої ідентифікації небезпек та оцінки ризику; по-друге, постійного моніторингу рівня ризику; по-третє, уміння визначати неприпустимий ризик і конкретно реагувати на такі ситуації.

Цілеспрямоване планування. Змістом постійного вдосконалення системи управління є уміння ставити щоразу вищі цілі, які необхідно досягти й оцінювати їх кількісно.

Корегувальні й запобіжні дії полягають в ідентифікації безпеки та оцінки ризику, розрахунку показників безпеки праці, проведенні аудитів, перевірок. Ця інформація використовується для вдосконалення системи.

Конкретне запобігання полягає, перш за все, в передбаченні виникнення будь-яких небезпечних ситуацій (небезпечної поведінки працівників, небезпечних умов праці).

Заохочення і співпраця усіх працівників. Твердження «За безпеку праці відповідає керівництво, служба охорони праці» необхідно замінити словами: «За безпеку праці відповідають усі працівники підприємства, від директора до робітника». З цією метою на підприємствах влаштовуються конкурси знань з охорони праці, збори, розваги для працівників та їх сімей.

Подальше вдосконалення системи. Діяльність щодо безпеки праці ніколи не припиняється. На підприємстві відбуваються постійні зміни технології, обладнання, методів праці, виникають нові небезпеки. Головний напрям удосконалення – досягнення **культури безпеки**, яка полягає в урахуванні й дотриманні вимог безпеки на всіх етапах виробничої діяльності,

відповідного виховання працівників.

Лідери бізнесу економічно розвинутих країн давно зрозуміли, що травматизм та професійні захворювання працівників не можуть бути супутниками бізнесу, економічного і соціального розвитку держави. Але економічний ефект досягається тільки через реальні поліпшення умов праці за рахунок впровадження новітніх технологій і новітніх розробок в управління. На жаль, в нашій країні переважає інший підхід, заснований на різного виду компенсацій та використання засобів індивідуального захисту. Здійснення цих заходів не сприяє поліпшенню умов праці і тільки дає змогу знизити ризик деяких робіт у неприйнятних умовах, або платити за це. Це одна з основних причин, що існує тверде переконання у виключно економічно некорисних заходів з охорони праці на всіх рівнях, від роботодавців до уряду.

Міжнародний досвід засвідчує, що організація праці, яка ігнорує вимоги гігієни і безпеки праці, підриває економічну ефективність підприємств і не може бути основою для сталої стратегії їх розвитку. В концепції ООН «Про сталий людський розвиток» безпека праці розглядається як одна із основних (базових) потреб людини. Питаннями управління охороною праці в міжнародному масштабі і розробкою конвенцій, рекомендацій з різних соціально-правових проблем займається Міжнародна організація праці (МОП). Україна є членом Міжнародної організації праці. Вона ратифікувала 63 конвенції МОП, із них 14 – за роки незалежності. Положення цих конвенцій лягли в основу чинного в Україні законодавства про охорону праці, що регулює соціально-трудові відносини.

2.3 Аналіз причин травматизму та професійних захворювань. Методи аналізу травматизму

Згідно з головною аксіомою БЖД щодо виробництва, необхідно розуміти, що цілковито безпечних та нешкідливих умов праці не існує. Реальним виробничим умовам притаманна, як правило, наявність певних шкідливостей та небезпек, наслідком яких є профзахворювання та травматизм. Згідно з Національним стандартом України ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять», **виробничий травматизм** – явище, що характеризується сукупністю виробничих травм і нещасних випадків на виробництві. Розглянемо поняття цих наслідків.

Травма – порушення анатомічної цілісності організму людини чи його функцій унаслідок дії зовнішніх чинників. **Виробничою травмою** називається

травма, що сталася з працівником унаслідок дії небезпечного виробничого чинника. Щодо **нешасного випадку на виробництві**, то це – обмежена в часі подія чи раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого чинника, що сталися під час виконання ним трудових обов'язків, унаслідок чого завдано шкоди здоров'ю чи трапилася смерть.

Тривалий період роботи в шкідливих умовах сприяє виникненню професійних захворювань. Професійне захворювання вважається виявленим з того моменту, коли працівник, який захворів, змушений був уперше пройти курс лікування або втратив здатність працювати. Таким чином, **професійне захворювання** – патологічний стан людини, зумовлений професійною діяльністю працівника та пов'язаний винятково чи переважно з впливом шкідливих виробничих чинників (див. ДСТУ 3038–95 «Гігієна. Терміни та визначення основних понять»).

Статистика нещасних випадків свідчить про те, що, незважаючи на різноманітність засобів безпеки праці під час роботи на машинах (особливо універсальних), виробничий травматизм поки що має місце. Одна з причин цього – мала ефективність цих засобів.

За даними Міжнародної Організації Праці, щороку в світі фіксується близько 125 млн. нещасних випадків, пов'язаних з виробництвом, у тому числі 10 млн. з тяжкими і 220 тис. зі смертельними наслідками. На сьогоднішній день зареєстровано близько 60–150 млн. випадків захворювань, пов'язаних з працею, 60 млн. працівників піддаються впливу канцерогенних речовин, 500 млн. працівників непрацездатні з причин невідповідності умов і стану безпеки праці санітарним вимогам.

На підприємствах, в установах, організаціях України всіх форм власності щоденно травмується в середньому понад 200 працівників, з них близько 30 стають інвалідами і 5–6 осіб одержують травми зі смертельними наслідками. Випадки загибелі людей, зайнятих у суспільному виробництві, в Україні трапляються частіше, ніж у Великобританії в 6 разів, і частіше ніж у Японії – в 5 разів.

Загальна сума відшкодування працівникам, які постраждали від нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання, сягає 350-400 млн. грн. на рік, що за складних економічних умов сьогодення призводить до накопичення заборгованості з цих виплат і зростання соціальної напруженості в окремих регіонах.

Прагнення зробити розбудову підприємств дешевою призвело до економії коштів саме на охорону праці, а поступове підпорядкування медичної служби

адміністрації підприємств призвело до приховування професійних захворювань та травматизму. Дослідження свідчать, що основне місце в структурі професійної захворюваності в Україні (70%) належить пиловим захворюванням легень, зокрема, пневмоконіозу, та хронічним бронхітам (основна частина з них припадає на підприємства вугільної промисловості); вібраційно-шумовій патології – вібраційній хворобі та невритам (до 10%), захворюванням опорно-рухового апарата (до 15%): значно менше поширена хімічна етіологія (3–5%).

Слід зазначити, що на долю жінок у всій профпатології, що виявляється в Україні, припадає 5–6% (700–750 випадків щорічно).

В останні роки Всесвітня організація охорони здоров'я розглядає як пріоритетну проблему не лише чисто професійні захворювання, а й так звані **виробничо-обумовлені** або **пара професійні захворювання**, такі як гіпертонія, ішемічна хвороба серця, хвороби опорно-рухового апарата. Факторами ризику їх розвитку є шкідливі професійні чинники, фізичні чи нервово-психічні перевантаження.

Стрімке зростання рівня професійної захворюваності не може пояснюватися лише погіршенням умов праці. За цим явищем стоїть можливість «регресійного позову» з професійного захворювання, що з'явилася після появи нового законодавства про пільги. Фактом стали масові звернення пенсіонерів за встановленням зв'язку нинішніх порушень стану здоров'я із шкідливими умовами праці в минулому.

Високі показники неповністю відображають справжній рівень професійної захворюваності порівняно з розвинутими країнами. Наприклад, у США щорічно реєструється від 125 до 350 тисяч профзахворювань, а в Канаді – від 77 до 112 тисяч.

Якщо раніше основними чинниками, що перешкоджали виявленню профзахворювань, були соціально-політичні причини, то зараз стали економічні. Загальноприйнята класифікація причин виробничого травматизму виглядає наступним чином (табл. 2.1). Однак, найбільш частими **конкретними причинами** виробничого травматизму на виробничих підприємствах є: відсутність інструкцій з охорони праці; робота на несправному обладнанні або на обладнанні без засобів захисту; відсутність засобів проти випадкового ураження працівників електричним струмом; відсутність драбин, які б відповідали вимогам правил техніки безпеки; розвантаження і транспортування вантажів без застосування відповідних механізмів і пристосувань; користування несправним реманентом, пристосуванням та інструментом.

Таблиця 2.1 – Класифікація причин виробничого травматизму

Причини	Характеристика	Що розуміють
Технічні (інженерні)	Частково залежать від рівня організації праці на виробництві	Недосконалий технологічний процес, конструктивні недоліки обладнання, інструментів та пристосувань, недостатня механізація важких робіт; недосконале огороження, відсутність спеціальних захисних засобів, засобів сигналізації та блокувань, недостатня міцність та надійність машин, шкідливі властивості оброблюваного матеріалу.
Організаційні	Повністю залежать від рівня організації праці на виробництві	Незадовільний стан території, проїздів, проходів, порушення правил експлуатації обладнання, транспортних засобів, порушення технологічного регламенту, порушення правил і норм під час транспортування, складання і зберігання матеріалів і деталей; порушення норм і правил під час планового технічного обслуговування та ремонту обладнання, транспортних засобів і інструменту; недоліки під час навчання робітників безпечним методам праці; недостатній технічний нагляд за небезпечними роботами; використання машин, механізмів і інструменту не за призначенням; відсутність або незадовільне огороження робочої зони; відсутність або невикористання засобів індивідуального захисту.
Санітарно-гігієнічні		Перевищення (відносно) запиленості та загазованості повітря робочої зони; відсутність або недостатнє природне освітлення, підвищена пульсація світлового потоку; підвищений рівень шуму та вібрації, інфразвукових та ультразвукових коливань на робочому місці; підвищений рівень ультразвукової та інфрачервоної радіації тощо.
Психо-фізіологічні	Фізичні та нервово-психічні перевантаження працюючих.	Грубі помилки в діях, пов'язані з фізіологічним (втомленість), психічним (підвищена дратливість) або хворобливим станом працівників.

Людина може припускатися помилок у своїх діях внаслідок фізичного, статичного або динамічного перевантаження, розумового перенапруження, перенапруження аналізаторів (зорового, слухового, тактильного), монотонності праці, стресових ситуацій, хворобливого стану.

Травму може викликати незадовільність анатомо-фізіологічних і психічних особливостей організму людини залежно від характеру виконуваної роботи. У сучасних складних технічних системах управління, в конструкціях

машин, приладів і систем управління ще недостатньо враховуються фізіологічні й антропологічні особливості і можливості людини.

Незадовільна організація праці зумовлює надмірні фізичні і нервові перевантаження, що прискорює стомлюваність робітників. У такому стані знижується чутливість до різних подразників виробничого середовища, притуплюється увага, пильність. Це призводить до того, що ближче до кінця робочої зміни різко підвищується кількість нещасних випадків, причинами яких є помилкові дії потерпілих.

Важливе значення серед факторів, які зумовлюють виробничий травматизм, мають попередні нещасні випадки, психофізіологічний стан потерпілих. При цьому несприятливий психофізіологічний стан може бути пов'язаний як з об'єктивними причинами (погана організація праці), так і суб'єктивними, залежними від особливостей особистого стану потерпілих (необережність, поспіх, втома, роздратування, ризик тощо).

Постійний і різнобічний аналіз травматизму і профзахворювань розглядається як одна з головних функцій управління охороною праці та прийняття основних заходів щодо усунення причин травматизму та захворювань. Аналіз виробничого травматизму та профзахворювань дозволяє виявити не тільки причини, а і визначити закономірності їх виникнення. На основі такої інформації розробляються заходи щодо запобігання виробничому травматизму і профзахворювань. Особлива увага під час аналізу звертається на нещасні випадки із смертельними наслідками та на такі, що закінчуються інвалідністю, а також на підприємства, де нещасні випадки відбуваються найчастіше.

Безумовно, для проведення якісної роботи з профілактики нещасних випадків на виробництві потрібно проводити ретельний аналіз рівня травматизму та стану охорони праці на підприємствах.

Мета аналізу травматизму – встановлення закономірностей, що викликають нещасні випадки, і розробка на цій основі ефективних заходів щодо забезпечення безпеки. Основні методи дослідження виробничого травматизму можна розділити на дві групи: **ймовірнісно-статистичні методи** та **детерміністичні**.

Ймовірнісно-статистичні виявляють залежність між факторами системи праці і травматизмом, та вивчають нещасні випадки, що вже відбулися. До ймовірнісно-статистичних методів належать статистичний метод та його різновиди – топографічний метод та груповий метод.

Статистичний метод базується на дослідженні травматизму за статистичними документами та дає можливість кількісно оцінювати рівень

травматизму за допомогою показників: коефіцієнта частоти, коефіцієнта тяжкості і коефіцієнта виробничих втрат.

Кількісний показник – коефіцієнт частоти травматизму показує число нещасних випадків з розрахунку на 1000 працюючих

$$K_{чт} = H_m \cdot 1000 / P ,$$

де $K_{чт}$ – коефіцієнт частоти травматизму;

H_m – число травм, що сталися на підприємстві за звітний період;

P – середньоспискова чисельність працюючих на підприємстві за звітний період.

Якісний показник – коефіцієнт тяжкості визначає кількість днів непрацездатності, що приходить на один нещасний випадок

$$K_{тт} = D / H_m ,$$

де $K_{тт}$ – коефіцієнт тяжкості травматизму;

D – дні непрацездатності за всіма нещасними випадками, що сталися на підприємстві за звітний період.

Коефіцієнтом виробничих втрат є добуток коефіцієнтів частоти і тяжкості

$$K_{вв} = K_{чт} \cdot K_{тт} .$$

Порівнюючи отримані коефіцієнти за звітний період з коефіцієнтами за попередній період, роблять висновок про ефективність прийнятих мір з поліпшення умов праці і зниження травматизму.

Топографічний метод полягає у вивченні причин нещасних випадків за місцем їх виникнення. Особливістю цього методу є те, що всі нещасні випадки наносяться умовними знаками на плани цехів, ділянок або підприємства в цілому, внаслідок чого наочно видно місця травматизму, що вимагають особливої уваги. Метод застосовний тільки у випадках, коли матеріал за показниками травматизму достатньо великий.

Груповий метод заснований на повторюваності нещасних випадків, що групуються за обставинами, характером пошкоджень та ін. Метод дозволяє визначити професії і роботи, на які приходить більше нещасних випадків, виявити дефекти окремого виду виробничого устаткування і намітити шляхи

його модернізації з метою забезпечення безпеки праці.

Детерміністичні методи проводять аналіз з позиції потенціальної небезпеки (прогнозування умов праці). До цієї групи належать монографічний, ергономічний, економічний методи, метод спостережень, метод анкетування, метод сітьового моделювання та прогностичний метод.

Монографічний метод вивчення травматизму полягає у детальному дослідженні всього комплексу умов праці, де стався нещасний випадок, технологічного процесу, робочого місця, обладнання, засобів захисту та ін. При цьому широко застосовуються технічні (лабораторні) способи і засоби дослідження.

Монографічний метод дозволяє виявити не тільки справжні причини нещасних випадків, що вже відбулися, а й причини, які можуть призвести до травматизму, тобто прогнозувати рівень травматизму на тому чи іншому виробництві.

Ергономічний метод заснований на комплексному вивченні залежності виду трудової діяльності від фізіологічних, психофізіологічних і психологічних (особистих) якостей людини, а також його антропометричних даних.

Економічний метод полягає у визначенні втрат, викликаних виробничим травматизмом, а також в оцінці соціально-економічної ефективності заходів щодо попередження нещасних випадків.

Метод спостережень полягає в огляді травмонебезпечних місць та їх фізико-хімічних дослідженнях, проведенні випробувань устаткування, вимірі концентрації шкідливих речовин, рівнів шуму, вібрації, освітленості, радіоактивності у надзвичайних ситуаціях.

Метод анкетування полягає в письмовому опитуванні працюючих. Він встановлює тільки причини психофізіологічного характеру. Важливим моментом у методі анкетування є вплив психофізіологічних чинників на безпеку праці.

Метод сітьового моделювання застосовується в ході аналізу випадків травматизму, що стали результатом дії декількох факторів. Для визначення причин нещасного випадку, як події вже здійсненої, сітьова модель будується в зворотному порядку

Прогностичний метод включає три підметоди:

– **морфологічний**, який передбачає детальне вивчення конструкції обладнання, виявлення його недоліків, характеру технологічних операцій і прогнозування можливих нещасних випадків;

– **екстраполяційний**, що базується на виборі математичної функції, яка б

достовірно описала явище травматизму;

– *метод експертних оцінок* полягає у винесенні висновків експертів з числа працівників, що тривалий час займаються питаннями охорони праці, засновуючись на узагальнений досвід та інтуїцію.

На відміну від традиційних методів аналізу виробничого травматизму на цей час все частіше пропонується проводити аналіз усіх зареєстрованих нещасних випадків і розподіляти їх не за критерієм того, чи пов'язаний нещасний випадок з виробництвом, а за *критерієм наявності впливу* на потерпілого виробничого чинника з урахуванням умов залучення його до роботи та виду економічної діяльності, під час ведення якої стався нещасний випадок.

2.4 Фонд соціального страхування. Розслідування нещасних випадків, професійних захворювань і аварій

У Законі України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» зазначається, що одним із пріоритетних завдань страхування від нещасного випадку є проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням та іншим випадкам загрози здоров'ю, застрахованих, викликаних умовами праці.

Демократичні перетворення в суспільстві вимагали відповідних змін і в правових відносинах. В Україні на порядок дня життя поставило питання про удосконалення системи соціального страхування. 3 листопада 2015 року було прийнято Закон України № 736–VIII «Про внесення змін до Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» щодо забезпечення діяльності фондів соціального страхування у період реорганізації».

Згідно з новою редакцією Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування», прийнятою у зв'язку з реформою соціального страхування та легалізації фонду оплати праці визначено об'єднати Фонд соціального страхування з тимчасової втрати працездатності та Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві, створивши натомість *Фонд соціального страхування України*. При створенні Фонду ставилась головна мета – забезпечити фінансову самостійність та стабільність системи соціального страхування, використати накопичений досвід і не

допустити руйнування механізму реалізації конституційного права громадян на соціальне страхування.

Фонд соціального страхування України – державний цільовий фонд, який здійснює керівництво та управління загальнообов'язковим державним соціальним страхуванням в Україні від нещасного випадку, у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності та медичним страхуванням, провадить акумуляцію страхових внесків, контроль за використанням коштів, забезпечує фінансування виплат за цими видами загальнообов'язкового державного соціального страхування та здійснює інші функції згідно із затвердженим статутом. Фонд є некомерційною самоврядною організацією, що діє на підставі статуту, який затверджується його правлінням.

Кошти Фонду, в основному, формуються за рахунок страхових внесків страхувальників та застрахованих осіб. Єдиний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування (далі – єдиний внесок) – консолідований страховий внесок, збір якого здійснюється до системи загальнообов'язкового державного соціального страхування в обов'язковому порядку та на регулярній основі з метою забезпечення захисту у випадках, передбачених законодавством, прав застрахованих осіб на отримання страхових виплат (послуг) за діючими видами загальнообов'язкового державного соціального страхування.

Кошти Фонду використовуються на:

- **виплату** матеріального забезпечення, страхових виплат та надання соціальних послуг, фінансування заходів з профілактики страхових випадків;
- **фінансування витрат** на утримання та забезпечення діяльності Фонду, розвиток та функціонування інформаційно-аналітичних систем Фонду;
- **формування резерву** коштів Фонду.

З 1 серпня 2017 року Фонд соціального страхування України повною мірою розпочав виконання усіх завдань і функцій, визначених законом (<http://www.fssu.gov.ua>).

Станом на 1 жовтня 2017 року кількість страхувальників у Фонді становила 2980948 осіб, з них: юридичних осіб – 1230185, фізичних осіб – 1750702, добровільно застрахованих осіб – 61. За 9 місяців 2017 року надходження частки єдиного внеску до Фонду склали 12 250 918,8 тис. грн, або 101,7% від плану на цей період.

Безперечно, профілактика нещасних випадків на виробництві значно простіше і економічно вигідніше, ніж витрати на лікування або відшкодування за втрачене життя. Однак, сьогодні ці витрати несе виключно Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних

захворювань. Тому й відсутня зацікавленість роботодавця в покращенні умов і безпеки праці. Роботодавці, посадові особи та фахівці служби охорони праці недостатньо уваги приділяють впровадженню профілактичних заходів зі створення безпечних та нешкідливих умов праці на робочих місцях, які мали б попередити виробничий травматизм та професійну захворюваність, викликаних умовами праці.

Планування профілактичних заходів здійснюється на основі результатів аналізу виробничого травматизму. Аналіз причин виробничого травматизму свідчить, що більшість (до 62%) нещасних випадків стається з організаційних причин, а саме: порушення трудової і виробничої дисципліни, правил безпеки руху, вимог безпеки під час експлуатації устаткування, технологічного процесу. З технічних причин стається 10% нещасних випадків, а з психологічних – понад 12%.

Щодо проблем, які перешкоджають ефективній роботі з охорони праці на підприємствах – це недостатнє фінансування заходів з охорони праці та створення безпечних умов праці, оскільки фінансування заходів з охорони праці та створення безпечних умов праці, фінансування здійснюється роботодавцем переважно за залишковим принципом. Другою проблемою є невиконання в повному обсязі своїх обов'язків службою охорони праці. Також проблемним питанням залишається питання оформлення трудових відносин, які гарантують виплату працівнику заробітної плати, соціальний захист, забезпеченість необхідними умовами праці для виконання роботи, передбаченими законодавством про працю.

Під час проведення розслідування нещасних випадків встановлюється багато фактів, коли роботодавець належним чином не оформлює трудові відносини з працівниками, за яких не сплачуються внески до Фонду, що є порушенням діючого законодавства. Тому, виникають труднощі щодо визнання нещасного випадку, таким що пов'язаний з виробництвом, а відповідно стає неможливим відшкодування Фондом коштів на медичну допомогу, проведення медичної реабілітації, а також страхові виплати.

Розслідуванню підлягають усі нещасні випадки, а також усі вперше виявлені хронічні, професійні захворювання, отруєння, кожний випадок гострого професійного захворювання. Наявність професійного захворювання встановлюється компетентними медичними органами (спеціалізованими клініками, науково-дослідними закладами). Всі нещасні випадки та профзахворювання розслідуються за участю *страхових експертів* з охорони праці.

Відповідно до Порядку проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій **на виробництві**,

затвердженого постановою КМУ №1232 від 30.11.2011 р. на облік беруться **нещасні випадки**, які сталися:

- під час виконання трудових обов'язків (у тому числі під час відряджень), а також дій в інтересах підприємства без доручення власника;

- на робочому місці, на території підприємства або в іншому місці роботи протягом робочого часу, включаючи встановлені перерви;

- протягом часу, необхідного для приведення в порядок знаряддя виробництва, засобів захисту, одягу перед початком або після закінчення роботи, а також для особистої гігієни;

- під час проїзду на роботу або з роботи на транспорті підприємства або сторонньої організації, яка надала його згідно з договором (заявкою), а також на власному транспорті, який використовується в інтересах виробництва;

- під час аварій (пожеж тощо), а також під час їх ліквідації на виробничих об'єктах;

- під час надання підприємством шефської допомоги;

- на транспортному засобі, стоянці транспортного засобу, в порту заходу судна, на території вахтового селища з працівниками, які перебували на змінному відпочинку (провідник, працівник рефрижераторної бригади, шофер-змінник, працівник морських і річкових суден, а також ті, що працюють за вахтово-експедиційним методом);

- у робочий час при прямуванні пішки, на громадському, власному транспортному засобі, або який належить підприємству чи сторонній організації, з працівником, робота якого пов'язана з переміщенням між об'єктами обслуговування;

- під час прямування пішки або на транспортному засобі до місця роботи чи назад за разовим завданням власника або уповноваженого ним органу без оформлення посвідчення про відрядження.

Про кожен нещасний випадок свідок, працівник, який його виявив, або сам потерпілий повинні терміново повідомити безпосередньому керівнику робіт чи іншій посадовій особі та вжити заходів щодо надання необхідної допомоги. **Керівник** (посадова особа) у свою чергу **зобов'язаний**:

- терміново організувати медичну допомогу потерпілому, в разі необхідності доставити його до лікувально-профілактичного закладу;

- повідомити про те, що сталося, вищому керівництву. Якщо потерпілий є працівником іншого підприємства – повідомити власникові цього підприємства, в разі нещасного випадку, що стався внаслідок пожежі, – місцевим органам пожежної охорони, а при гострому професійному захворюванні

(отруєнні) – санепідемстанції;

– зберегти до прибуття комісії з розслідування обстановку на робочому місці та устаткування в такому стані, в якому вони були на момент події, а також вжити заходів до недопущення подібних випадків у ситуації, що склалася.

Лікувально-профілактичний заклад про кожне звернення потерпілого від нещасного випадку без направлення підприємства **повинен** протягом доби повідомити керівництву підприємства, де працює потерпілий, а в разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) – також санепідемстанції.

Власник, одержавши повідомлення про нещасний випадок, організує його розслідування **комісією**, до складу якої включається: керівник (спеціаліст) служби охорони праці підприємства (голова комісії), керівник структурного підрозділу або головний спеціаліст, представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий, або уповноважений трудового колективу з питань охорони праці, страховий експерт, а у разі гострих професійних захворювань (отруєнь) також спеціаліст санепідемстанції.

На підприємствах, де немає спеціалістів з охорони праці, головою комісії з розслідування призначається посадова особа (спеціаліст), на яку наказом керівництва покладені функції з питань охорони праці в порядку сумісництва.

Комісія з розслідування нещасного випадку зобов'язана протягом трьох діб:

– обстежити місце НВ, опитати свідків і всіх причетних до справи осіб;
– розглянути і оцінити відповідність умов праці вимогам нормативних актів з ОП;

– встановити обставини, винні особи, причини НВ, а також розробити заходи щодо запобігання подібним випадкам;

– скласти акт за формою Н–5 у двох примірниках і акт Н–1 або акт за формою НТ (невиробничий травматизм) в шести примірниках і передати їх на затвердження роботодавцю. Якщо за підсумками розслідування вирішено, що НВ не підлягає обліку і на нього не потрібно складати акт за формою Н–1, складається акт за **формою НТ**. Якщо в результаті аварії постраждалих немає, складається акт за **формою Н–5**;

– в разі гострого професійного захворювання (отруєння) крім акта за формою Н–1 складається картка обліку професійного захворювання (отруєння) за **формою П–3, П–4 або П–5**.

Затверджені акти протягом трьох діб надсилаються:

- потерпілому або його довірений особі;
- керівнику цеху (структурного підрозділу), де стався НВ;
- до відповідного органу Фонду соціального страхування від НВ на виробництві та профзахворювань;
- відповідному територіальному органу;
- профспілковій організації, членом якої є потерпілий;
- профспілковій організації, членом якої є потерпілий;
- керівникові (спеціалістові) служби ОП підприємства.

Акти Н–1, Н–5, НТ і карта П–3 (4, 5) складаються за визначеною формою.

У них відображена така інформація:

- про потерпілого (П.І.Б., вік, стать, стаж, освіта, професія, інструктаж, навчання та ін.);
- про місце НВ (адреса підприємства, його назва, назва технологічної ділянки);
- про технологічне обладнання (підйомно-транспортне, хімічне, металорізальні верстати, ливарні верстати, зварювальні апарати, джерела струму, високовольтна апаратура та ін.);
- вид події (ДТП, падіння з висоти, ураження електрострумом, дія машин і механізмів, стихійне лихо та ін.);
- причини НВ (конструктивні недоліки, незадовільний технічний стан, відсутність або неякісне проведення інструктажу, порушення технологічного процесу, відсутність засобів індивідуального захисту, алкогольне або наркотичне сп'яніння та ін.).

В акті Н–5 ці відомості наводяться в описовій формі (у вигляді тексту). В інших документах ці відомості приводяться у вигляді кодів згідно з класифікатором. Така формалізація даних про НВ дозволяє вести їх автоматизований облік, статистичну обробку і тим самим вирішувати питання управління охороною праці.

Облік НВ і аварій ведеться в журналі відповідної форми. Матеріали розслідування (в тому числі акти) підлягають зберіганню **на підприємстві протягом 50 років**. У разі ліквідації підприємства матеріали передаються правонаступнику, а за його відсутності чи банкрутства – до державного архіву.

За результатами розслідування **не складається** акт за формою Н–1 і не беруться на облік НВ, що відбулися з працівниками:

- під час прямування на роботу (з роботи) пішки або на транспорті, який не був наданий роботодавцем;
- внаслідок отруєння алкоголем або наркотичними речовинами;

- під час вчинення протиправних (злочинних) дій;
- в разі природної смерті або самогубства (за наявності висновку відповідних органів).

Так, наприклад, по Харкову та Харківській області протягом 9 місяців 2017 року складено 153 акти за формою Н-1 (в т.ч. 14 актів на випадки зі смертельним наслідком) проти 162 актів (в т.ч. 13 актів на випадки зі смертельним наслідком) за аналогічний період 2016 року. Загальна кількість страхових нещасних випадків (відповідно до складених актів за формою Н-1) порівняно з аналогічним періодом 2016 року зменшилось на 5,6%. Крім того, за 9 місяців 2017 року кількість страхових нещасних випадків, що сталися у звітному періоді, порівняно з аналогічним періодом 2016 року зменшилось на 11,1%.

Найбільша кількість страхових нещасних випадків зафіксована за такими видами діяльності: вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур – 6,5%, забір очищення та постачання води – 6,5%, державне управління загального характеру – 5,2%, будівництво житлових і нежитлових будівель – 4,6%, діяльність лікарняних закладів – 4,6%. До основних видів події, що призвели до нещасних випадків (відповідно до складених за 9 місяців 2017 року актів за формою Н-1), належать:

- падіння потерпілого – 35,3% травмованих осіб від загальної кількості травмованих по регіону (в т.ч. падіння потерпілого під час пересування – 23,5%, падіння потерпілого з висоти – 9,8%);
- пригоди (події) на транспорті – 20,9% (в т.ч. дорожньо-транспортна пригода на дорогах (шляхах) загального користування – 15,7%);
- дія предметів та деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються – 16,3% травмованих осіб від загальної кількості (в т.ч. дія рухомих і таких, що обертаються, деталей обладнання, машин і механізмів – 9,8%);
- навмисне вбивство або травма, заподіяна іншою особою – 10,5%.

Аналіз основних причин страхових нещасних випадків за 9 місяців 2017 року показує, що серед причин переважають **організаційні**, які складають 62,1%, і на усунення яких треба звертати увагу під час проведення профілактичної роботи на підприємствах:

- порушення трудової і виробничої дисципліни – 39,9% травмованих осіб від загальної кількості (в т.ч. невиконання вимог інструкцій з охорони праці – 35,9%, невиконання посадових обов'язків – 3,3%).

Технічні причини склали 8,5% (в т.ч. незадовільний технічний стан виробничих об'єктів, будівель, споруд, інженерних комунікацій, території, засобів

виробництва – 2,6%, конструктивні недоліки, недосконалість, недостатня надійність засобів виробництва – 2,0%, недосконалість технологічного процесу, його невідповідність вимогам безпеки – 0,7%), психофізіологічні причини – 29,4% (в т.ч. травмування (смерть) внаслідок протиправних дій інших осіб – 10,5%, особиста необережність потерпілого – 15,0%) від загальної кількості травмованих осіб).

Найбільша кількість випадків травмування працівників сталась під час експлуатації наступного устаткування, транспортних засобів: автомобілі – 34,0%, устаткування технологічне і запасні частини до нього для харчової, м'ясної, молочної та рибної промисловості – 12,8%, устаткування підіймально-транспортне (крани) – 6,4%, автомобілі спеціалізовані, автопоїзди, автомобілі-тягачі, кузови-фургони, причеми, тролейбуси, автотранспортувачі, мотоцикли, велосипеди – 6,4%.

Кількість профзахворювань протягом 9 місяців 2017 року порівняно з аналогічним періодом 2016 року збільшилось на 25,0% (35 актів форми П-4 за 9 місяців 2017 року проти 28 актів за 9 місяців 2016 року).

У структурі професійних захворювань на хвороби органів дихання припадає 83,3% від загальної кількості по області.

Найчастіше професійні захворювання виникають у працівників після 16-25 років роботи в умовах впливу шкідливих виробничих факторів (40% від загальної кількості професійних захворювань). Основними причинами професійних захворювань є недосконалість технологічних процесів, тривалий час роботи працівників в умовах дії шкідливих виробничих факторів, недосконалість виробничого, санітарно-технічного обладнання.

Щодо попередження травматизму та захворювань, організаційна робота має бути скерована на розробку **планів заходів з охорони праці**. Перед складанням таких заходів доцільно провести прогнозування виробничого травматизму, професійних захворювань та інших показників з охорони праці.

В основу складення планів мають бути покладені такі принципи:

- перспективність, що характеризує вибір найбільш важливих завдань з охорони праці; комплексність, що забезпечує зв'язок діючих та перспективних планів з охорони праці з іншими планами виробництва (план соціального розвитку колективу, наукова організація праці, виробництва і управління);
- охорона праці жінок і підлітків;
- заходи з культури виробництва тощо;
- системність структури планів, що забезпечує зв'язок з іншими планами.

Таким чином, на всіх підприємствах, в установах, організаціях **мають** створюватися безпечні і нешкідливі умови праці, забезпечення яких

покладається на власника або уповноважений ним орган. На всіх підприємствах, які використовують найману працю, між власником і трудовим колективом Законодавством передбачено укладення **колективного договору**.

Договір складається відповідно до закону України «Про колективні договори і угоди» та визначає взаємні виробничі, трудові і соціально-економічні відносини між власниками підприємства (організації) або їх уповноваженими особами та працівниками підприємства (організації).

Потреба в укладенні колективного договору зумовлюється й тим, що до нього обов'язково включають норми, які згідно з чинними законодавчими актами мають бути закріплені в колективному договорі. Так, у колективному договорі мають установлюватися: форми і системи оплати праці, норми праці, умови праці, розцінки, тарифні сітки, схеми посадових окладів, умови запровадження і розміри надбавок, доплат, премій, винагород та інших заохочувальних, компенсаційних і гарантійних виплат з дотриманням норм і гарантій, передбачених законодавством, генеральною та галузевими (регіональними) угодами.

Якщо колективний договір на підприємстві не укладено, власник або уповноважений ним орган зобов'язаний погодити ці питання з виборним органом первинної профспілкової організації (профспілковим представником), що становить інтерес більшості працівників, а в разі його відсутності – з іншим уповноваженим на представництво органом.

Власник або уповноважений ним орган повинен впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, які запобігають виробничому травматизмові, і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню професійних захворювань працівників. Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови мають відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці.

Власник або уповноважений ним орган **не вправі** вимагати від працівника виконання роботи, поєднаної з явною небезпекою для життя, а також в умовах, що не відповідають законодавству про охорону праці. Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або людей, які його оточують, і навколишнього середовища.

У разі неможливості повного усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я умов праці власник або уповноважений ним орган зобов'язаний

повідомити про це орган державного нагляду за охороною праці, який може дати тимчасову згоду на роботу в таких умовах.

Трудові колективи обговорюють і схвалюють **комплексні плани** поліпшення умов, охорони праці та санітарно-оздоровчих заходів і контролюють виконання цих планів.

За порушення нормативних актів про охорону праці, невиконання розпоряджень посадових осіб органів державного нагляду з питань охорони праці керівники підприємств, організацій, установ можуть притягатися органами Держпраці до **сплати штрафу**. Максимальний розмір штрафу не може перевищувати 2% місячного фонду заробітної плати підприємства, організації, установи. Штрафи накладаються керівниками Держпраці та місцевих органів.

Треба додати, що відповідно до статті 51 Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» виконання статутних функцій та обов'язків Фонду соціального страхування щодо запобігання нещасним випадкам покладено на **страхових експертів** з охорони праці. Пріоритетом та кінцевим результатом діяльності страхових експертів з охорони праці є поліпшення безпеки робіт, зниження травматизму на виробництві. Для досягнення бажаного результату здійснюється вплив на стан охорони праці підприємства страхувальника шляхом проведення відповідних профілактичних заходів. Показник ефективності проведення таких заходів – відсутність, або мінімальна кількість нещасних випадків на виробництві та випадків професійних захворювань.

Фахівцями відділень Фонду постійно здійснюються такі профілактичні заходи:

- консультації з питань охорони праці та страхування від нещасного випадку;
- участь у семінарах, нарадах, круглих столах та конкурсах;
- розміщення публікацій в різних друкованих та електронних ЗМІ, та виступи на радіо і телебаченні;
- розповсюдження в електронному вигляді та на паперових носіях нормативних актів з охорони праці, журналів та іншої спеціальної літератури, плакатів, пам'яток тощо;
- розповсюдження позитивного досвіду профілактичної роботи на підприємствах;
- участь в опрацюванні та впровадженні системи керування охороною праці на підприємствах;

– участь у засіданнях комісій з питань охорони праці, а також у засіданнях комісій з перевірки знань з питань охорони працівників тощо.

Безумовно, тільки спільними зусиллями роботодавців, контролюючих органів громадських організацій, робочих органів виконавчої дирекції Фонду можна подолати наявні випадки байдужого і безвідповідального ставлення до безпечних умов праці, забезпечуючи збереження життя, здоров'я та працездатності громадян.

Контрольні запитання та завдання

1. На чому ґрунтується і що включає законодавство України з безпеки життєдіяльності?

2. За рахунок чого реалізуються та розвиваються основні конституційні положення правового забезпечення БЖД?

3. На що спрямована державна політика України в галузі охорони праці та на які рівні вона поділяється?

4. Які існують сучасні підходи щодо управління охороною праці?

5. В чому полягають особливості підходів до управління охороною праці у західних країнах?

6. За яких основних причин відбувається зростання рівня травматизму та професійної захворюваності?

7. Які виникають труднощі щодо визнання нещасного випадку на виробництві?

8. Які нещасні випадки розслідуються та беруться на облік? За яким положенням або нормативним документом?

9. Як розслідуються нещасні випадки?

10. За участю кого розслідуються нещасні випадки та профзахворювання? Чому?

11. Яка роль та обов'язки Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань?

З ПСИХОЛОГІЧНІ ТА ФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ БЕЗПЕЧНОЇ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Соціальне значення створення та підтримка безпеки праці проявляється в зростанні її продуктивності, збереженні трудових ресурсів і збільшенні сукупного національного продукту.

Зростання продуктивності праці відбувається у результаті збільшення *фонду робочого часу* (завдяки скороченню внутрішньо-змінних простоїв шляхом ліквідації мікротравм або зниження їх кількості), а також завдяки *запобіганню передчасного стомлення* (шляхом раціоналізації і покращення умов праці та введенню оптимальних режимів роботи і відпочинку та інших заходів, які сприяють підвищенню ефективності використання робочого часу).

Збереження трудових ресурсів і підвищення професійної активності працюючих відбувається завдяки покращенню стану здоров'я і подовженню середньої тривалості життя *шляхом покращення умов праці*, що супроводжується високою трудовою активністю і підвищенням виробничого стажу. Підвищується професійний рівень також завдяки зростанню кваліфікації і майстерності.

Отже, вивчення комплексу психофізіологічних небезпечних і шкідливих факторів трудової діяльності та захисту від їхньої дії на сьогодні є актуальним питанням безпеки праці.

3.1 Основи фізіології та психології праці людини

3.1.1 *Форми трудової діяльності*

Для створення сприятливих умов праці необхідно мати уявлення про структуру трудової діяльності людини і механізми її реалізації.

Праця людини є функціональним процесом, у якому використовуються фізіологічні та психологічні якості працівника. В процес праці залучаються всі органи й системи організму людини – мозок, м'язи, судини, серце, легені та ін. При цьому витрачається нервова та м'язова енергія. Крім того, в процесі праці активізуються усі психічні функції людини: сприймання, мислення, пам'ять, відчуття, уява, вольові якості, уважність, зацікавленість, задоволення, зосередженість, напруження, стомлення тощо.

У процесі праці людина *сприймає і переробляє інформацію*, в тому числі інформацію про наявність шкідливих і небезпечних чинників на робочому місці; приймає і реалізує рішення; осмислює різні варіанти дій; використовує

засвоєні знання, навички і вміння; аналізує відповідність умов, знарядь та предметів праці правилам, нормам; прогнозує можливі ситуації; оптимально мобілізує свої резервні можливості; концентрує вольові зусилля на досягненні поставленої мети і в цілях підвищення безпеки праці.

Також у процесі праці реалізується *комунікативна функція психіки*, яка виявляється у спілкуванні працівників і є основою міжособистісних відносин, способом організації спільної діяльності та методом пізнання людини людиною.

Отже, можна зробити висновок, що **праця** – це сукупність фізіологічних та психічних процесів, які спонукають, програмують і регулюють діяльність людини.

У процесі праці відбувається функціональне напруження людини, яке зумовлене двома видами навантажень: м'язовими і нервовими. *М'язові навантаження*, як правило, визначаються робочою позою, характером робочих рухів, напруженням фізіологічних функцій тих органів, які задіяні під час виконання робіт стоячи або сидячи. *Нервові навантаження* зумовлені напругою уваги, пам'яті, сенсорного апарату, активізацією процесів мислення та емоційної сфери.

Залежно від співвідношення м'язових і нервових навантажень праця поділяється на фізичну, з перевагою м'язових навантажень, і розумову, з перевагою навантажень на кору головного мозку, пов'язаних із вищими психічними функціями.

Фізична праця відрізняється великими витратами енергії, швидким стомленням та відносно низькою продуктивністю. У сфері матеріального виробництва працівники здійснюють трудову діяльність із переважною часткою фізичної праці. У сфері управління, надання послуг, виробництва ідеологічної та науково-технічної продукції працівники здійснюють трудову діяльність із переважною часткою розумової праці.

На відміну від фізичної, **розумова праця** супроводжується меншими витратами енергетичних запасів, але це не свідчить про її легкість. Основним працюючим органом під час такого виду праці виступає мозок. При інтенсивній інтелектуальній діяльності потреба мозку в енергії підвищується і становить 15–20% від загального об'єму енергії, яка витрачається в організмі. При цьому *вживання кисню 100 г кори головного мозку в 5 разів більше, ніж скелетними м'язами тієї ж ваги при максимальному фізичному навантаженні*. Під час читання вголос витрати енергії підвищуються на 48%; при публічному виступі – на 94%; під час роботи операторів обчислювальних машин – на 60–100%.

Для розумової праці характерні: велика кількість стресів, мала рухливість, вимушена статична поза – все це зумовлює застійні явища у м'язах ніг, органах черевної порожнини і малого тазу, погіршення постачання мозку киснем, зростання потреби в глюкозі. При розумовій праці погіршується робота органів зору: стійкість ясного бачення, гострота зору, адаптаційна можливість ока.

Розумовій праці властивий найбільший *ступінь зосередження уваги* – в середньому у 5–10 разів вище, ніж при фізичній праці. Завершення робочого дня зовсім не перериває процесу розумової діяльності. Розвивається особливий стан організму – втома, що з часом може перетворитися на перевтому. Все це призводить до порушення нормального фізіологічного функціонування організму. При розумовій праці мають місце зсуви у вегетативних функціях людини: підвищення кров'яного тиску, зміни електрокардіограми, вентиляції легень і вживання кисню, підвищення температури тіла.

Також під час виконання певної діяльності враховуються індивідуальні властивості особистості, які проявляються у відмінностях поведінки людей у тих чи інших небезпечних ситуаціях.

3.1.2 Вплив психофізіологічних особливостей людини на продуктивність праці та методи її підвищення

Протягом тривалого часу, аж до початку нашого сторіччя, функції людини стосовно техніки залишалися в основному енергетичними, тобто для керування технікою людина використала в основному свою мускульну силу. Характерним для такої праці був складний руховий процес, що вимагає витрату значних фізичних сил, високої координації рухів, спритності, узгодження людини з технікою, що зводилося лише до врахування анатомічних і фізіологічних особливостей людини й відповідних умов до обслуговування техніки.

Науково-технічний прогрес істотно змінив характер діяльності людини. У зв'язку із широким впровадженням автоматизованих систем керування в різних галузях, комплексною механізацією й автоматизацією виробничих процесів відбулися об'єктивні зміни в професійній структурі праці, пов'язані з появою операторської діяльності. При цьому представники різних професій, що здійснюють процес управління складними автоматизованими системами, поєднуються загальною назвою "людина – оператор". Людина-оператор – центральна фігура в сучасному автоматизованому виробництві.

Зазначимо основні особливості операторської діяльності:

– Перед людиною ставиться завдання одночасного керування все

більшою кількістю об'єктів і параметрів, що ускладнює оцінку їхніх станів і підвищує напруженість праці.

– Людина починає мати справу не стільки з безпосередньо спостережуваними, скільки з інструментально-обмірюваними властивостями предмета праці.

– Зростають вимоги до точності, швидкості й надійності дій людини, ступінь відповідальності за зроблені дії, оскільки помилка оператора, навіть в ході виконання найпростішої дії, може призвести до порушення праці системи, а в ряді випадків створити загрозу для життя оператора й інших людей.

Таким чином, розвиток техніки викликав зміну умов трудової діяльності людини, а разом з тим і вимог до самої людини. *Підвищилися вимоги до швидкості психічних процесів.* Виникає завдання узгодження конструкцій машин із психологічними й фізіологічними можливостями людини.

Важлива роль у забезпеченні безпеки праці користувачів комп'ютеризованих систем відводиться їх психологічним властивостям і можливостям. Психологічні явища, що відбуваються в організмі оператора, є регуляторами його діяльності. Вони можуть посилювати або послаблювати дію того чи іншого сигналу на людський організм. Наприклад, час сприйняття сигналів органами зору становить – 0,15–0,25 с, слуху – 0,10–0,20 с, відчуття – 0,10–0,25 с, болю – 0,15–0,90 с, температури – 0,25–1,60 с. Однак в умовах психологічного навантаження цей час може бути значно більшим.

Психологічні можливості робітника не є постійними. Вони залежать від інформаційного навантаження, високого темпу роботи, перенапруження зорового та слухового аналізаторів, емоційного стану людини. Так, після конфліктних ситуацій, виробничих невдач, незаслужених образ з боку керівництва чи колег обсяг уваги різко знижується, порушується пам'ять. Оператор забуває послідовність дій, неправильно оцінює ситуацію, припускається грубих помилок. Тому люди, в яких психологічні можливості обмежені, а емоційний стан нестійкий, не можуть бути призначені на відповідальні роботи.

Розглянемо більш докладно процес взаємодії людини й машини. На рис. 3.1 наведена функціональна схема взаємодії людини і машини.

Діяльність оператора починається із прийому інформації про стан об'єкта керування, хід технологічного процесу й т.ін. Для успішної організації діяльності людини необхідно мати уяву про основні психічні процеси, що беруть участь у прийомі й переробці інформації. До таких процесів належать: відчуття, сприйняття, уявлення й т.ін.

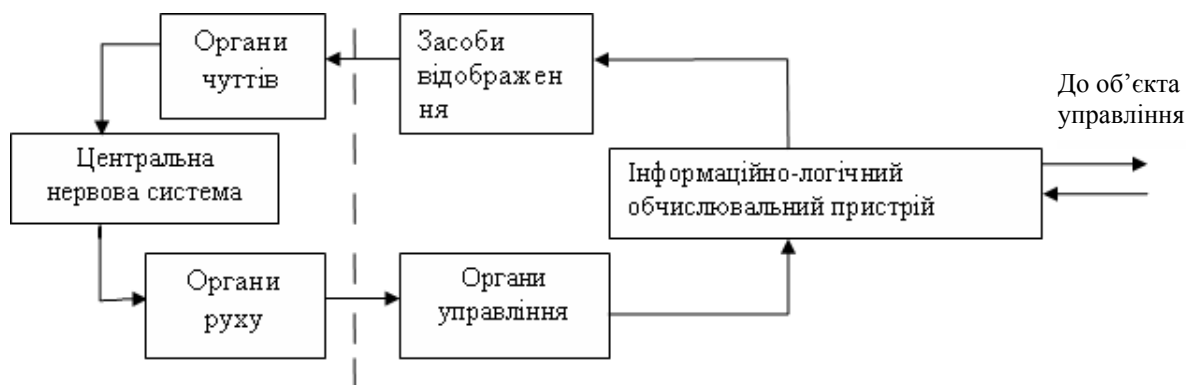


Рисунок 3.1 – Функціональна схема взаємодії людини і машини

Важливою умовою, що забезпечує безпеку праці, є збереження працюючим високого рівня працездатності. Під **працездатністю** розуміють потенційні можливості людини для виконання трудової діяльності протягом заданого часу з певною ефективністю. Великою, зворотною працездатності, є стомлення. **Стомлення** - це фізіологічні зміни в організмі працюючого, викликані витратою енергії в процесі трудової діяльності.

Об'єктивні процеси, що виникають при розвитку стомлення, переломлюються у свідомості працюючого у вигляді відчуття втоми. **Втома** - це сукупність тимчасових змін у фізіологічному та психологічному стані людини, які з'являються внаслідок напруженої чи тривалої праці і призводять до погіршення її кількісних і якісних показників, нещасних випадків. Втома не завжди з'являється відразу після акумуляції відповідних ступенів стомлення. Людина, що виконує нецікаву, монотонну роботу, як правило, відчуває втому задовго до настання стомлення. І, навпаки, при досить істотному стомленні, але великій захопленості роботою людина може тривалий час не відчувати втоми.

При значних фізичних навантаженнях втома супроводжується зміною біоелектричної активності м'язів, а при напруженій розумовій праці - підвищенням нервової імпульсації, яку можна спостерігати за збільшенням частоти серцевого биття. Підвищена нервова імпульсація в період втоми під час ручних робіт із середнім фізичним навантаженням виявляється в порушенні ритму діяльності, метушні, які не властиві працівнику за інших умов.

Втома буває загальною, локальною, розумовою, зоровою, м'язовою та ін. Оскільки організм - єдине ціле, то межа між цими видами втоми умовна і нечітка. Процес збільшення втоми та її кінцева величина залежать від індивідуальних особливостей працюючого, трудового режиму, умов виробничого середовища тощо.

Втома характеризується фізіологічними та психічними показниками її розвитку. *Фізіологічними показниками* розвитку втоми є артеріальний кров'яний тиск, частота пульсу, систолічний і хвилинний об'єм крові, зміни у складі крові.

Психічними показниками розвитку втоми є: погіршення сприйняття подразників, внаслідок чого працівник окремі подразники зовсім не сприймає, а інші сприймає із запізненням; зменшення здатності концентрувати увагу, свідомо її регулювати; посилення мимовільної уваги до побічних подразників, які відволікають працівника від трудового процесу; погіршення запам'ятовування та труднощі пригадування інформації, що знижує ефективність професійних знань; сповільнення процесів мислення, втрата їх гнучкості, широти, глибини і критичності; підвищення дратівливості, поява депресивних станів; порушення сенсомоторної координації, збільшення часу реакцій на подразники; зміни частоти слуху, зору.

Стомлення, що накопичується, часто називають **перевтомою**. Втома – явище, коли процеси виснажування в організмі людини (у працюючих м'язах) починають переважати над процесами відновлення. Однак втома – це процес зворотний. Достатньо людині трохи відпочити, як вона знову може виконувати певну роботу з попередньою продуктивністю. Якщо людина недостатньо відпочила, то поступово може розвиватися процес перевтоми, який виявляється в різних формах (табл. 3.1).

Основними причинами виникнення перевтоми є:

- високий рівень стомлення як наслідок надмірного фізичного або розумового навантаження, що не знімається не тільки після нічного сну, але й після вихідного дня й поступово накопичується;
- несприятливі санітарно-гігієнічні умови праці. Як показали дослідження, робота в таких умовах призводить до розвитку значно більшого стомлення, ніж робота в нормальних умовах. Тому поліпшення умов праці є важливим чинником зниження стомлення;
- погано організований нераціональний відпочинок у неробочий час, неправильна організація режиму праці й відпочинку в робочий час.

Проявами перевтоми є головний біль, підвищена стомлюваність, дратівливість, нервозність, порушення сну, а також такі захворювання, як вегетосудинна дистонія, артеріальна гіпертонія, виразкова хвороба, ішемічна хвороба серця, інші професійні захворювання.

Боротьба із втомою, в першу чергу, зводиться до покращення санітарно-гігієнічних умов виробничого середовища (ліквідація забруднення повітря,

шуму, вібрації, нормалізація мікроклімату, раціональне освітлення тощо). Особливу роль у запобіганні втоми працівників відіграють професійний відбір, організація робочого місця, правильне робоче положення, ритм роботи, раціоналізація трудового процесу, використання емоційних стимулів, впровадження раціональних режимів праці та відпочинку тощо.

Таблиця 3.1 – Симптоми, що визначають ступінь перевтоми та профілактичні заходи

Симптоми	Ступінь перевтоми			
	I– початковий	II– легкий	III– виразний	IV– важкий
Зниження працездатності	Незначний	Помітний	Виразний	Різкий
Поява при навантаженні стомленості, якої раніше не було	При посиленому навантаженні	При звичайному навантаженні	При полегшеному навантаженні	Без будь-якого навантаження
Компенсація зниження дієздатності вольовими зусиллями	Не вимагається	Повністю	Не повністю	Незначно
Розлад сну	Важко засинати або прокидатись	Дуже важко засинати або прокидатись	Сонливість вдень	Безсоння
Знижена розумова працездатність	–	Важко зосередитися	Тимчасова забудькуватість	Помітне послаблення уваги й пам'яті
Профілактичні заходи	Упорядкування відпочинку, фізкультурні вправи	Чергова відпустка й відпочинок	Необхідно прискорити чергову відпустку й відпочинок	Лікування

Таким чином, на рівень і динаміку працездатності людини впливають:

- виробниче середовище, у якому здійснюється трудова діяльність;
- характеристики трудового процесу й технічного оснащення виробництва (робочого місця), що визначають рівень напруженості діяльності;
- соціальне середовище в сукупності з характером трудової діяльності, що створюють емоційний фон;

- індивідуальні особливості людини.

Праця людини та її продуктивність безпосередньо пов'язана із виробничим середовищем. Працівник може нормально здійснювати трудову діяльність лише тоді, коли умови середовища відповідають оптимальним. Якщо вони змінюються, стають несприятливими, то на протидію їм організм людини включає спеціальний механізм, який зберігає постійність внутрішнього середовища, або змінює його в межах допустимого. Такий механізм називається адаптацією. Адаптація є важливим засобом попередження травмування, виникнення нещасних випадків у трудовому процесі і відіграє значну роль в охороні праці.

Адаптація (від лат. *adapto* – пристосування) – це динамічний процес пристосування організму та його органів до мінливих умов зовнішнього середовища. Адаптація в трудовій діяльності поділяється на фізіологічну, психічну, соціальну, професійну.

Фізіологічна адаптація – це сукупність фізіологічних реакцій, які є в основі пристосування організму до змін зовнішніх умов, і направлені на збереження відносної постійності його внутрішнього середовища – гомеостазу. *Гомеостаз* (від грецьк. *homoios* – подібний, однаковий та *stasis* – стан, непорушність) – це відносна динамічна постійність складу та властивостей внутрішнього середовища і стійкість основних фізіологічних функцій організму людини. Гомеостаз в організмі підтримується на усіх рівнях його організації і забезпечує динамічну рівновагу організму і зовнішнього середовища.

Завдяки фізіологічній адаптації фізичні та біохімічні параметри, які визначають життєдіяльність організму, змінюються у вузьких межах порівняно із значними змінами зовнішніх умов: підвищується стійкість організму до холоду, тепла, недостачі кисню, змін барометричного тиску та інших факторів. Процес фізіологічної адаптації до незвичайних, екстремальних умов проходить декілька стадій, або фаз: спочатку переважають явища декомпенсації (порушення функцій), потім неповного пристосування (активний пошук організмом стійких станів, що відповідають новим умовам середовища) і, нарешті, фаза відносного стійкого пристосування.

Фізіологічна адаптація до праці має активний характер і за сприятливих умов виробничого середовища та оптимальних навантажень веде до підвищення стійкості та працездатності організму, збільшення його резервних можливостей, зменшення захворювань і травматизму. Якщо працівник потрапляє в умови, коли інтенсивність впливу чинників виробничого середовища переважає можливості його адаптації, настають патологічні зміни фізіологічних

систем, захворювання організму.

Психічна адаптація – це процес встановлення оптимальної відповідності особистості до навколишнього середовища в процесі діяльності. Психічна адаптація в процесі праці залежить від психічних властивостей працівника, його психічного стану, психологічних реакцій на стреси, що виникають на роботі, кваліфікації та культури людини, особливостей професійної діяльності, конкретних умов праці тощо.

Соціальна адаптація – це пристосування працюючої людини до системи відносин у робочому колективі з його нормами, правилами, традиціями, ціннісними орієнтаціями. Під час соціальної адаптації працівник поступово отримує різнобічну інформацію про колектив, де він працює, про систему ділових та особистих взаємовідносин. При несприятливому протіканні соціальної адаптації підвищується рівень стресу на роботі, наслідки якого позначаються на поведінці працівника та можуть призвести до міжособових конфліктів, нещасних випадків.

Професійна адаптація – це адаптація до трудової діяльності з усіма її складовими: адаптація до робочого місця, знарядь та засобів праці, об'єктів і предметів праці, особливостей технологічного процесу, часових параметрів роботи тощо. Професійна адаптація виражається у розвитку стійкого позитивного ставлення працівника до своєї професії, певного рівня оволодіння ним специфічними навичками та уміннями, у формуванні необхідних для якісного виконання роботи властивостей. Адаптація вважається завершеною тоді, коли працівник досягає кваліфікації, відповідної існуючим стандартам.

Кожен із розглянутих видів адаптації впливає на працездатність та здоров'я працівника, формує у нього певний рівень чутливості та стійкості до психоемоційних перевантажень, внаслідок розвитку яких може істотно змінитися надійність професійної діяльності.

Для **аналізу рівня працездатності** використовують в основному такі методи:

- аналіз продуктивності праці,
- визначення суб'єктивних показників,
- визначення фізіологічних показників.

В ході *аналізу продуктивності* праці (кількість виробленої продукції, час, який затрачується на виконання операції тощо) треба враховувати, що абсолютної тотожності між поняттями "продуктивність праці" і "працездатність" немає, оскільки продуктивність праці обумовлюється не тільки потенціальними можливостями організму для виконання даної роботи, але й рівнем

емоційно-вольової напруги, що регулює ступінь використання наявних можливостей. Рівень вольового зусилля, здатність долати всі зростаючі ускладнення в міру розвитку стомлення або зниження працездатності багато в чому залежать від ставлення людини до діяльності, від наявного в неї почуття відповідальності й інших соціально-психологічних факторів.

Методи визначення суб'єктивних показників засновані на оцінюванні ступеня стомлення самою працюючою людиною за допомогою опитування й тестування.

Методи визначення фізіологічних показників дозволяють досить об'єктивно оцінити рівень працездатності. Сутність фізіологічних методів полягає у вивченні функціонального стану людини, що виконує дану роботу, у визначенні реакції різних систем організму на виконання даної роботи.

Основні методи підвищення працездатності можна умовно розділити на активні й пасивні (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Методи підвищення працездатності

До *активних методів* належать розподіл і кооперація праці; оптимізація ритму праці; раціональна організація робочого місця; удосконалення режиму праці й відпочинку; раціональне застосування засобів фізичної культури й спорту.

До *пасивних методів*, що побічно впливають на працездатність і продуктивність праці, можна віднести оздоровлення умов зовнішнього середовища, тобто поліпшення метеорологічних умов, зниження шуму, вібрації, поліпшення освітлення, зменшення запиленості й загазованості повітря й т.ін.

Сумарний результат використання всього комплексу методів підвищення працездатності виражається в зростанні продуктивності праці, поліпшенні

якості продукції, підвищенні культури виробництва, зниженні захворюваності й травматизму на виробництві.

3.1.3 Особливості сенсорних структур людини в ході виявлення небезпечних ситуацій

Одним із основних завдань дисципліни «Безпека життєдіяльності» є визначення рівня та шляхів впливу різних небезпек на організм людини. Для вирішення цих завдань необхідно насамперед розглянути шляхи взаємодії людини з навколишнім середовищем і як саме всі зміни навколишнього середовища відображаються в її свідомості.

Людина отримує різноманітну інформацію про навколишній світ, сприймає всі його різноманітні сторони за допомогою сенсорної системи чи органів чуття. Отримана інформація передається в мозок людини; він її аналізує, синтезує і видає відповідні команди виконавчим органам. Таким чином, *органи чуття сигналізують про різні види і рівні небезпеки.*

Сучасний етап розвитку фізіології органів чуття пов'язаний з іменами вчених І.М. Сеченова і І.П. Павлова, які є основоположниками теорії про рефлекси головного мозку і аналізатори. Сенсорні системи (аналізатори) – це анатомо-фізіологічна система, що здійснює сприйняття і аналіз роздратувань, що поступають із зовнішнього і внутрішнього середовища. Будь-який аналізатор людини складається з таких елементів (рис. 3.3):

- *рецептор* – спеціальні чутливі утворення, що сприймають і перетворюють подразнення із зовнішнього і внутрішнього середовища на специфічну активність нервової системи, тобто в нервовий процес; вхід рецептора пристосований до прийому сигналів певного вигляду (світлових, звукових і ін.), на виході – з'являються сигнали єдині по своїй природі;

- *провідні нервові шляхи* – передають енергію зовнішнього подразника у вигляді імпульсів у кору головного мозку зі швидкістю 120 м/с;

- *центр у корі великих півкуль головного мозку* (групи нейронів) – обробляє сигнал, що поступив, який далі повертається до рецептора.

Залежно від природи подразника рецептори підрозділяють на декілька груп (рис. 3.4):

- *механорецептори*, периферичні відділи соматичної, скелетно-м'язової і вестибулярної систем, що є; до них належать фонорецептори, вестибулярні, гравітаційні, а також тактильні рецептори шкіри і опорно-рухового апарату, барорецептори серцево-судинної системи;

- *терморецептори*, що сприймають температуру як усередині організму,

так і в оточуючому організм середовищі; вони об'єднують рецептори шкіри і внутрішніх органів, а також центральні термочуттєві нейрони в корі мозку;



Рисунок 3.3 – Загальна структура роботи сенсорної системи

– *хеморецептори*, що реагують на дію хімічних речовин; до них належать рецептори смаку і нюху, судинні і тканинні рецептори (наприклад, глюкорецептори, що сприймають зміну рівня цукру в крові);

– *фоторецептори*, сприймають світлові подразники;

– *больові рецептори*, які виділяються в особливу групу; вони можуть збуджуватися механічними, хімічними і температурними подразниками.

В сучасній фізіології розрізняють декілька аналізаторів: зоровий, слуховий, тактильний, смаковий, нюховий, температурний, вестибулярний, вісцеральний (аналізатор внутрішніх органів). Всі аналізатори людини мають наступні властивості, які забезпечують їх роботу:

– висока чутливість до відповідних подразників;

– наявність абсолютної і диференціальної чутливості до подразника;

– здібність до адаптації – це можливість пристосовувати рівень своєї чутливості до подразників. При високих інтенсивностях подразників чутливість знижується і, навпаки, при низьких – підвищується;

– можливість тренування (наприклад, часто говорять про музичний слух, чуттєві органи дегустаторів тощо);

– здатність певний час зберігати відчуття після роздратування, тобто людина може відновити у своїй свідомості на коротку мить побачену характеристику або почуті звукові інтонації;

– здатність до взаємодії один з одним, завдяки чому відбувається повне сприйняття людиною об'єктів і явищ зовнішнього середовища.

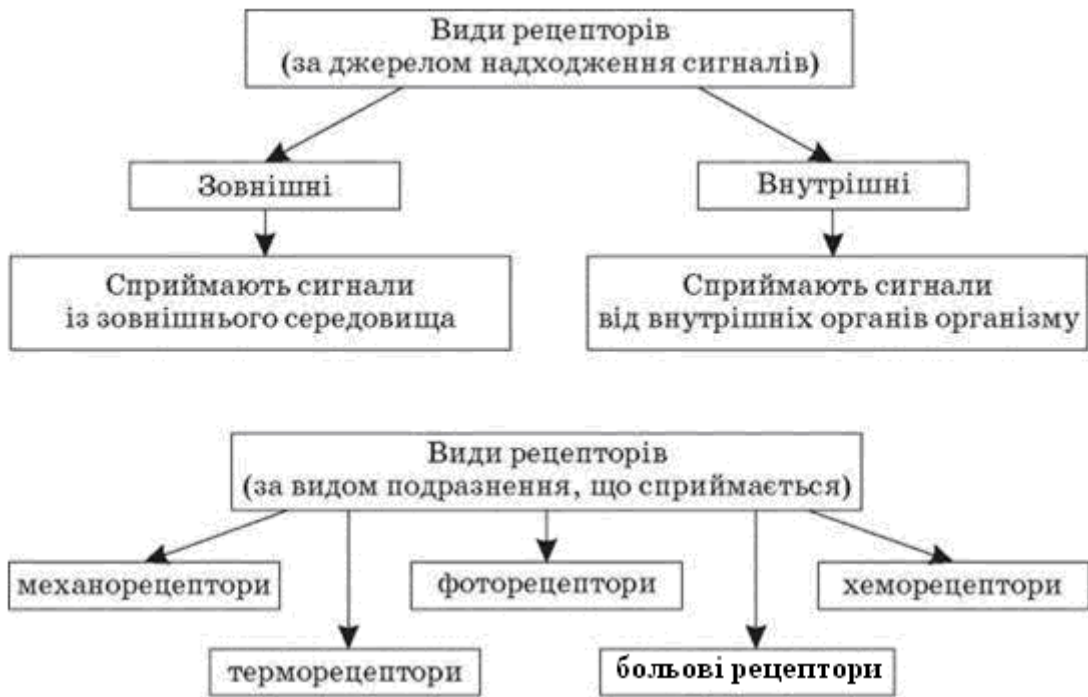


Рисунок 3.4 – Види рецепторів

З точки зору безпеки людини доцільно розглянути абсолютну і диференціальну чутливість аналізаторів.

Абсолютна чутливість – це здібність аналізатора до відчуття подразника, характеризується нижнім і верхнім порогами чутливості. *Нижній поріг чутливості* – мінімальна величина подразника, що викликає ледве помітне відчуття. *Верхній поріг чутливості* – максимальна величина подразника, перевищення якої викликає у людини больове відчуття. Між ними знаходиться динамічний діапазон аналізатора. Залежно від виду подразника абсолютний поріг вимірюється в одиницях енергії, тиску, температури, кількості або концентрації речовин і ін.

Диференціальна чутливість – це здатність аналізатора сприймати відмінність між двома станами подразника. Характеризується *диференціальним порогом* dJ , який визначає мінімальну відмінність між двома інтенсивностями подразника, що викликають різні відчуття. Експериментально встановлено, що відношення диференціального порогу до величини подразника (J) є постійною величиною k , що залежить від виду аналізатора (наприклад, для зорового $k=0,01$; для слухового $k=0,1$; для тактильного $k=0,3$): $\frac{dJ}{J} = k = const$.

Ця важлива характеристика свідчить про те, що *із збільшенням подразника «ефективність» аналізатора знижується, а ризик зростає*. З цього

виходить закон Вебера-Фехнера (рис. 3.5), який встановлює, що величина інтенсивності відчуття (E) пропорційна логарифму інтенсивності подразника (J):

$$E = k \ln J + C,$$

де C – константа, яка враховує індивідуальні властивості людини.

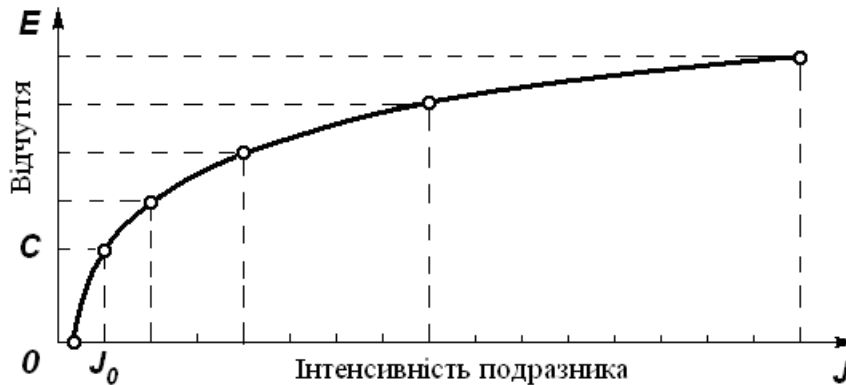


Рисунок 3.5 – Закон Вебера-Фехнера,
 J_0 – середньостатистичний поріг чутливості

Закон Вебера-Фехнера враховують при вирішенні багатьох ергономічних і інженерно-технічних задач, у яких інформація про зовнішнє середовище сприймається людиною за допомогою аналізаторів: під час проектування акустичних систем, систем освітлення, сигналізації, систем ручного управління різними приводами і т.ін.

Іншою особливістю сенсорних систем людини, яку необхідно враховувати при вирішенні питань безпеки, це *латентний період* – час, що проходить від початку впливу подразника, до появи відповідної дії (сенсомоторна реакція). Така мінімальна тривалість сигналу, необхідна для виникнення відчуття, для кожного аналізатора своя:

- тактильний (дотик) – 0,09–0,22 с
- слуховий (звук) – 0,12–0,18 с
- зоровий (світло) – 0,15–0,22 с
- нюховий (запах) – 0,31–0,39 с
- температурний (тепло/холод) – 0,28–1,6 с
- вестибулярний (при обертанні) – 0,4 с
- відчуття болю (рана) – 0,13–0,89 с

Функціонування будь-яких сенсорних систем істотно змінюється під впливом небезпечних для людини умов. Низькі та високі температури, вібрації, перевантаження, надто інтенсивні потоки інформації, що ведуть до дефіциту

часу, втома, стрес – все це викликає зміни характеристик аналізаторів, а отже, й реакцій людини.

3.1.4 Характеристика професійного стресу та методи його зниження

Однією з найважливіших задач ефективної організації трудового процесу є запобігання професійному стресу.

Стрес властивий будь-якій професії, зокрема пов'язаної з інтелектуальним навантаженням. Взагалі поняття «стрес» має більше 40 різних визначень. **Стрес** за визначенням Г.Сельє – це неспецифічна реакція організму у відповідь на дуже сильну дію зовні (стрес-фактор), яка перевищує норму, а також відповідна реакція нервової системи. За класифікацією Г. Сельє розвиток стресового стану має три стадії (рис. 3.6).

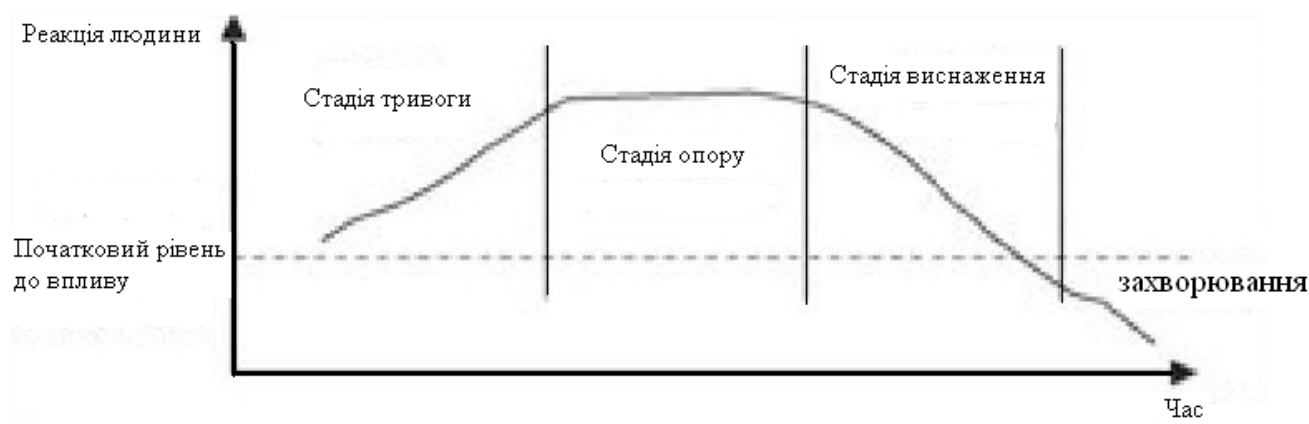


Рисунок 3.6 – Стадії розвитку стресу за Г. Сельє

1. *Стадія тривоги* викликає мобілізацію організму, за якої відбуваються біологічні реакції, що зумовлюють можливість боротьби або втечі. Відбуваються фізіологічні зміни: звуження судин, згущення крові, підвищення тиску, відтік крові від шкіри, збільшення печінки, селезінки, посилення роботи нирок тощо.

2. *Стадія опору*. Організм намагається опиратися загрози або справлятися з нею. Якщо загроза продовжує діяти і її не можна уникнути, організм адаптується до стресу і продовжує працювати у змінених умовах.

3. *Стадія виснаження (дезорганізації)*. Якщо дія стресу продовжується і людина неспроможна адаптуватися, це виснажує ресурси тіла. Ті самі реакції, які дозволяють опиратися короткочасним стресорам (підсилення напруження м'язів, недопускання ознак болю, припинення травлення, високий тиск крові), за тривалої дії шкідливі.

Одним з різновидів стресу є **професійний (виробничий) стрес**, який проявляється в психологічних і соматичних реакціях на напружені ситуації в професійній діяльності людини. За результатами дослідження портала *rabota.ua* 81% українців відчувають стрес на робочому місці. Причини розвитку професійного стресу наведені на рис. 3.7.

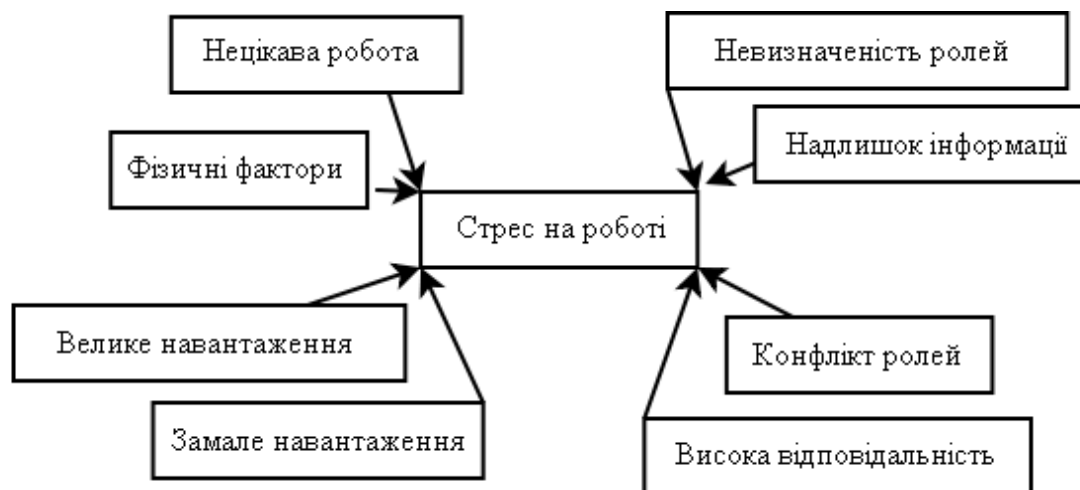


Рисунок 3.7 – Причини виникнення професійного стресу

Найбільш небезпечним для людини є розвиток хронічного стресу, його прояви наведені у табл. 3.2. За даними SECO з 2000 р. до 2017 р. кількість працівників, які страждають на хронічний стрес, виросло з 26,6% до 37%.

На фоні хронічного професійного стресу розвивається **синдром професійного вигорання** (*burnout syndrome*) як сукупність негативних переживань, пов'язаних з професійною діяльністю, колективом, організацією; цей стан призводить до виснаження емоційно-енергетичних та особистісних ресурсів людини, що потенціює деформацію особистості професіонала.

За визначенням ВОЗ **синдром професійного вигорання** – це стан фізичного, емоційного або мотиваційного виснаження, що характеризується порушенням продуктивності роботи та втотою, підвищенням схильності до соматичних захворювань, а також вживанням алкоголю чи психоактивних речовин з метою отримання тимчасового полегшення, що має тенденцію до розвитку фізіологічної залежності та суїцидальної поведінки (рис. 3.8). Згідно з клінічним підходом, синдром вигорання розцінюється як психічний розлад, який зумовлює особистісні властивості суб'єкта, зокрема, особливості його реагування на стрес. Відповідно до цього підходу, професійне вигорання класифікується як патологічний синдром у Міжнародному класифікаторі хвороб (МКХ–10).

Таблиця 3.2 – Симптоми хронічного стресу

<p>Прояви у сфері мислення</p> <ul style="list-style-type: none"> • втрата концентрації уваги, суб'єктивне відчуття «ослаблення пам'яті» • легке відволікання • втрата ініціативи, професійних інтересів • негативні думки • схильність до прийняття поспішних рішень або відкладання прийняття рішення 	<p>Прояви на рівні поведінки</p> <ul style="list-style-type: none"> • стурбованість, метушливість, що заважає сконцентруватися на завданні • втрата апетиту або переїдання • неспокійний сон • конфліктність • збільшення невиходів на роботу • схильність до нещасних випадків • ухилення від відповідальності • зловживання палінням, алкоголем, залежність від транквілізаторів та снодійного
<p>Психовегетативні симптоми</p> <ul style="list-style-type: none"> • задишка, стійкі головні болі • підвищення серцебиття, високий тиск • розлад шлунку, нудота • підвищена стомлюваність • невизначені болі в різних частинах тіла • схильність до алергічних реакцій, шкіряний висип • часті простудні захворювання • двоїння в очах 	<p>Прояви у сфері емоцій</p> <ul style="list-style-type: none"> • збентеженість, роздратованість • поганий настрій, швидкі зміни настрою • нерішучість, відсутність ентузіазму • нездатність відчувати симпатію до інших людей • втрата впевненості, занижена самооцінка • незадоволеність роботою та життям у цілому, почуття втоми



Рисунок 3.8 – Основні складові синдрому професійного вигорання

До складових синдрому професійного вигорання входять також фрустрація і професійна деформація. **Фрустрація** (від лат. *frustratio* – омана, марне очікування) – це емоційний стан, ознакою якого є дезорганізація свідомості та діяльності в стан безнадійності, втрати перспективи. Існують такі

різновиди фрустрації як агресивність, діяльність за інерцією, депресивні стани, характерними для яких є сум, невпевненість, безсилля, відчай. Фрустрація виникає у результаті конфліктів особистості з іншими, особливо в колективі, в якому людина не отримує підтримки, співчутливого ставлення.

Професійна деформація характеризується змінами якостей особистості (стереотипів сприймання, ціннісних орієнтацій, характеру, способів спілкування та поведінки тощо), змінами рівня виразності професійних якостей фахівця, що відбуваються під впливом змісту, умов, тривалості діяльності та індивідуальних психологічних особливостей людини.

Таким чином, синдром професійного вигорання можна трактувати як стресову реакцію на виробничі і емоційні вимоги, які перевищують ресурси організму і походять від надмірної відданості людини своїй роботі із нехтування особистісним життям і відпочинком. Таким чином, до професійного вигорання схильні такі групи робітників:

1) співробітники, які за родом служби змушені багато та інтенсивно спілкуватися з різними людьми, знайомими і незнайомими;

2) люди, які відчують постійний внутрішньо особистісний конфлікт у зв'язку з роботою;

3) працівники, професійна діяльність яких проходить в умовах гострої нестабільності і хронічного страху втрати робочого місця;

4) на фоні перманентного стресу синдром вигорання проявляється в тих умовах, коли людина потрапляє в нову, незвичну обстановку, в якій він повинен проявити високу ефективність. Наприклад, після лояльних умов навчання у вищому навчальному закладі на денному відділенні молодий фахівець починає виконувати роботу, пов'язану з високою відповідальністю, і гостро відчуває свою некомпетентність. У цьому випадку симптоми професійного вигорання можуть проявитися вже після шести місяців роботи;

5) синдрому вигорання більше схильні жителі великих мегаполісів, які живуть в умовах нав'язаного спілкування та взаємодії з великою кількістю незнайомих людей у громадських місцях.

В останні десятиріччя сформувалося поняття стрес-менеджменту – це грамотне управління своїм станом і поведінкою під час сильного фізичного або психологічного навантаження. Існує декілька методів і засобів подолання психологічного, у тому числі виробничого стресу (табл. 3.3).

Для працівників напевно найбільш важливими є методи саморегуляції та самоменеджменту. **Самоменеджмент** для робітника є технологією ефективного управління собою для забезпечення більш успішного і продуктивного

виконання своїх обов'язків, збереження здоров'я і активного, зацікавленого ставлення до життя.

Таблиця 3.3 – Методи подолання стресів

Типи стрес-факторів	Засоби подолання
Область мудрого прийняття	<ul style="list-style-type: none"> • м'язова релаксація • глибоке дихання • візуалізація – використання позитивних образів • раціональна терапія • рефреймінг
Область конструктивних дій	<ul style="list-style-type: none"> • вибір правильної стратегії • постановка адекватної мети • тренінг спеціальних навичок • тренінг управління часом
Область суб'єктивних стресів	<ul style="list-style-type: none"> • подолання оцінного підходу • навички позитивного мислення • зміна неадекватних переконань • блокування небажаних думок
Область саморегуляції	<ul style="list-style-type: none"> • аутотренінг • нейролінгвістичне програмування • тренінг впевненості у собі • релаксація • дихальні техніки • біологічний зворотний зв'язок (<i>biofeedback</i>)

Саморегуляція – це здатність людини підтримувати свій психічний тонус та працездатність за несприятливих умов. Психічна саморегуляція – це здатність людини цілеспрямовано змінювати роботу різних психофізіологічних функцій, що вимагає особливих засобів контролю за дійсністю. До цих засобів належать:

1. Прийнята суб'єктом ціль його довольної активності.
2. Модель значущих умов діяльності.
3. Програма власне виконавчих дій.
4. Система критеріїв успішності діяльності.
5. Контроль: інформація про реально досягнені результати.
6. Оцінка відповідності цілі і реально досягнутих результатів.
7. Рішення про необхідність та характер корекції діяльності.

3.2 Ергономічні вимоги до організації робочих місць і трудового процесу

3.2.1 Сучасні ергономічні вимоги до конструкції робочих місць

Конструкція виробничого обладнання має забезпечувати оптимальний розподіл функцій між людиною і машиною з метою створення сприятливих умов праці, зниження важкості та напруженості праці, досягнення високої ефективності функціонування системи. Для досягнення цих вимог виробниче обладнання має відповідати властивостям і можливостям людини – антропометричним, фізіологічним, психологічним і психофізіологічним показникам. Усіма даними питаннями займається **ергономіка** (від грецьк. – робота й закон). Ергономіка вивчає можливості та особливості функціонування організму людини у трудових процесах з метою створення таких умов і організацій трудової діяльності, які роблять працю найбільш продуктивною і разом з тим сприяють духовному й фізичному розвитку людини, забезпечують їй комфорт і безпеку в процесі праці, зберігають здоров'я та працездатність.

До ергономічних показників трудового процесу, що забезпечує максимальну ефективність, безпеку й комфортність праці, належать:

- гігієнічні, що характеризують фактори зовнішнього середовища – температуру, фізико-хімічний склад повітря, освітленість, шум тощо;
- антропометричні й біомеханічні, що характеризують відповідність знаряддя праці розмірам, формі й масі тіла людини, силі та напрямку її рухів;
- фізіологічні й психофізіологічні, що встановлюють відповідність швидкісних, енергетичних, зорових та інших фізіологічних можливостей людини в технологічному процесі;
- психологічні, що характеризують відповідність закріплених і сформованих навичок і можливостей сприйняття, пам'яті та мислення людини;
- естетичних, що використовуються для визначення відповідності естетичних потреб людини й художньо-конструкторських рішень робочих місць (знарядь праці) і виробничого середовища.

Таким чином, ергономіка висуває певні вимоги до організації робочих місць. Головна роль серед ергономічних показників належить антропометричним показникам, які визначають відповідність обладнання розмірам і формі тіла людини, розподілу її маси. Конструкція обладнання має забезпечити такі фізичні навантаження на працівника, за яких енергозатрати людського організму протягом зміни не перевищували б 1046,7 кДж/год.

Разом з цим обладнання має забезпечити можливість організації трудового процесу, який виключав би монотонність праці шляхом обмеження частоти повторення простих трудових процесів і тривалості безперервного спостереження за ходом виробничого процесу. Виробниче обладнання має бути таким, щоб могло забезпечити оператору необхідний простір за будь-яких його положень і поз.

Робочим місцем вважається місце постійного перебування працівника для спостереження й проведення виробничих процесів або експериментів. Робоче місце має забезпечити можливість зручного виконання роботи в положенні «сидячи» або «стоячи». Під час вибору положення працівника слід врахувати: важкість роботи, розміри робочої зони та необхідність переміщення у ній працівника в процесі виконання робіт, особливості технологічних операцій і процесів.

Робоче місце для виконання робіт «сидячи» організують при легкій роботі (I категорії), а також під час виконання роботи середньої тяжкості (II категорії), які не вимагають вільного переміщення працівника за умов технологічного процесу. Під час роботи «сидячи» зменшується статичне навантаження для підтримування маси тіла й відбувається розвантаження органів кровообігу. Робота здійснюється за найменших енергетичних затрат. Однак тривала робота «сидячи» призводить до розслаблення м'язів живота й таза, патологічних змін міжхребцевих дисків та інших фізіологічних порушень.

Робота в положенні «стоячи» більш сприятлива для людини, ніж «сидячи». У цьому положенні забезпечуються рівномірний розподіл маси тіла працівника, нормальна рухомість у хребці, сприятливі умови переміщення, сенсорних координат і зорового огляду. Проте тривале виконання робіт у цій позі більше втомлює, оскільки зумовлене більшою втратою енергії. Тривале фіксоване положення «стоячи» призводить до зменшення гідростатичного тиску на стінки судин, застою крові у м'язах нижніх кінцівок. У зв'язку з цим необхідно забезпечити можливість зміни робочої зони й переміщення в процесі роботи.

Під час проектування робочого місця необхідно враховувати, що в ході виконання роботи з фізичним навантаженням бажана поза «стоячи», а за малих зусиль – «сидячи» (табл. 3.4).

Робочі місця проектують так, щоб трудові операції виконувалися в межах зони досягання моторного поля, а операції «часто» і «дуже часто» – в межах зони легкого досягання та оптимальної зони моторного поля. З точки зору фізіологічних особливостей людини найкращим є робоче положення в позі «сидячи».

Таблиця 3.4 – Ергономічна характеристика робочих місць

Положення	Зусилля, Н	Рухливість під час роботи	Робоча зона (радіус), см	Особливості діяльності
Сидячи	до 80	Обмежена	38 – 50	Мала статична втомлюваність, більш спокійне положення рук, можливість виконання точної роботи
Сидячи – стоячи	50 – 100	Середня (періодична зміна пози)	50 – 75	Досить великий огляд і зона досяжності рук
Стоячи	100 – 120	Велика (свобода пози й рухів)	75 і більше	Краще використання сили, великий огляд, передчасна втома

При оптимальній організації робочого місця, яка враховує усі ергономічні вимоги і забезпечують високий рівень працездатності, особливу увагу приділяють конструкції робочого місця. Конструкція робочого місця користувача комп'ютерної техніки (під час роботи сидячи) має забезпечувати підтримку оптимальної робочої пози з такими ергономічними характеристиками (рис. 3.9).

Робоче сидіння має бути підйомно-поворотним і регулюватися: за висотою, кутом нахилу сидіння і спинки, за відстанню спинки до переднього краю сидіння висоти підлокітників. Регулювання кожного параметра має бути незалежним, плавним або східчастим, мати надійну фіксацію.

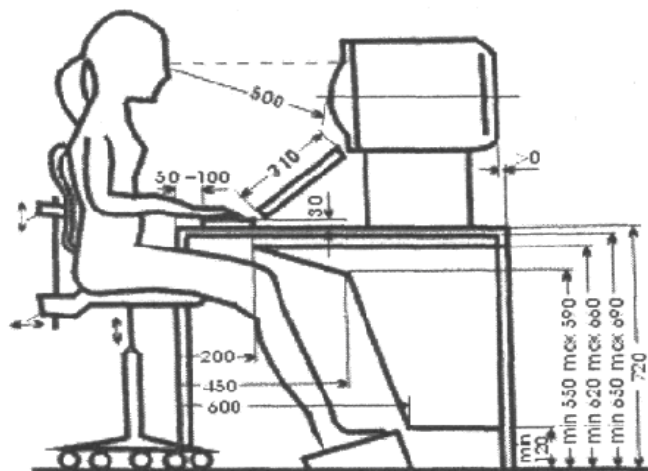


Рисунок 3.9 – Робочий стіл і розміщення користувача ПК

Оптимальне положення оператора під час виконання робіт «сидячи» досягається регулюванням висоти робочої поверхні сидіння (табл. 3.5) та самої

робочої поверхні (табл. 3.6). Поверхня сидіння має бути плоскою, передній край закругленим.

Таблиця 3.5 – Рекомендована висота робочого сидіння залежно від статі оператора

Стать оператора	Висота робочого сидіння, мм
Жінки	400
Чоловіки	430
Чоловіки й жінки	420

Таблиця 3.6 – Рекомендована висота робочої поверхні під час роботи «сидячи»

Вид роботи	Висота робочої поверхні при проектуванні робочих місць, мм		
	для жінок	для чоловіків	для жінок і чоловіків
Дуже тонкі роботи (гравіювання, інтарсія, збирання дрібних деталей)	930	1020	975
Тонкі роботи (монтаж дрібних деталей, перевірка якості лаків, фарб у лабораторних умовах, верстатні роботи з високою точністю тощо)	835	905	870
Роботи низької точності (збирання меблів, монтаж крупніших деталей, конторські роботи, що не вимагають високої точності тощо)	700	750	725
Друкування, робота на комп'ютері тощо.	630	680	655

Розміри стола, що рекомендуються: висота – 725 мм, ширина – 600–1400 мм, глибина – 800–1000 мм. Робочий стіл повинен мати простір для ніг висотою не менше 600 мм, завширшки не менше 500 мм, глибиною на рівні колін не менше 450 мм, глибиною на рівні витягнутої ноги – не менше 650 мм. Застосування підставки для ніг тими, у кого ноги не дістають до підлоги, коли робоче сидіння знаходиться на висоті, необхідній для забезпечення оптимальної робочої пози, є обов'язковим.

Робоче місце з відеотерміналом потрібно оснащувати пюпітром (утримувачем) для документів, який має рухатися і встановлюватися вертикально (або з нахилом) на тому ж рівні і відстані від очей користувача, що і

відеотермінал.

В ході організації робочих місць враховують, що площа, виділена на одне робоче місце з відеотерміналом або ПК, має бути не менше 6 кв. м, а об'єм – не менше 20 куб.м. Площа, виділена для одного робочого місця без відеотерміналу або ПК, має бути не менше 4,5 кв.м, а об'єм – не менше 15 куб.м. Приміщення для відпочинку, прийому їжі, психологічного розвантаження й інші побутові приміщення повинні мати площу і об'єм з розрахунку на одну людину: площа – 4,5 кв.м і об'єм – 15 куб.м на одну людину з урахуванням максимальної кількості осіб, які одночасно працюють у зміні.

Приміщення для відпочинку, прийому їжі, психологічного розвантаження та інші побутові приміщення повинні мати площу і об'єм з розрахунку на одну людину: площа – 4,5 кв.м і об'єм – 15 куб.м на одну людину з урахуванням максимальної кількості осіб, які одночасно працюють у зміні. Приміщення комп'ютерних класів (залів), у яких проводиться навчання на ПК, повинні мати суміжне приміщення (лаборантську) площею не менше 18 кв.м з двома входами: в навчальне приміщення і в коридор (на сходову клітку).

При розташуванні робочих місць, обладнаних комп'ютерами, необхідно дотримуватися вимог, що зображено на рис. 3.10: При цьому робочі місця з відеотерміналами розташовуються на відстані не менше 1 м від стін зі світловими отворами.

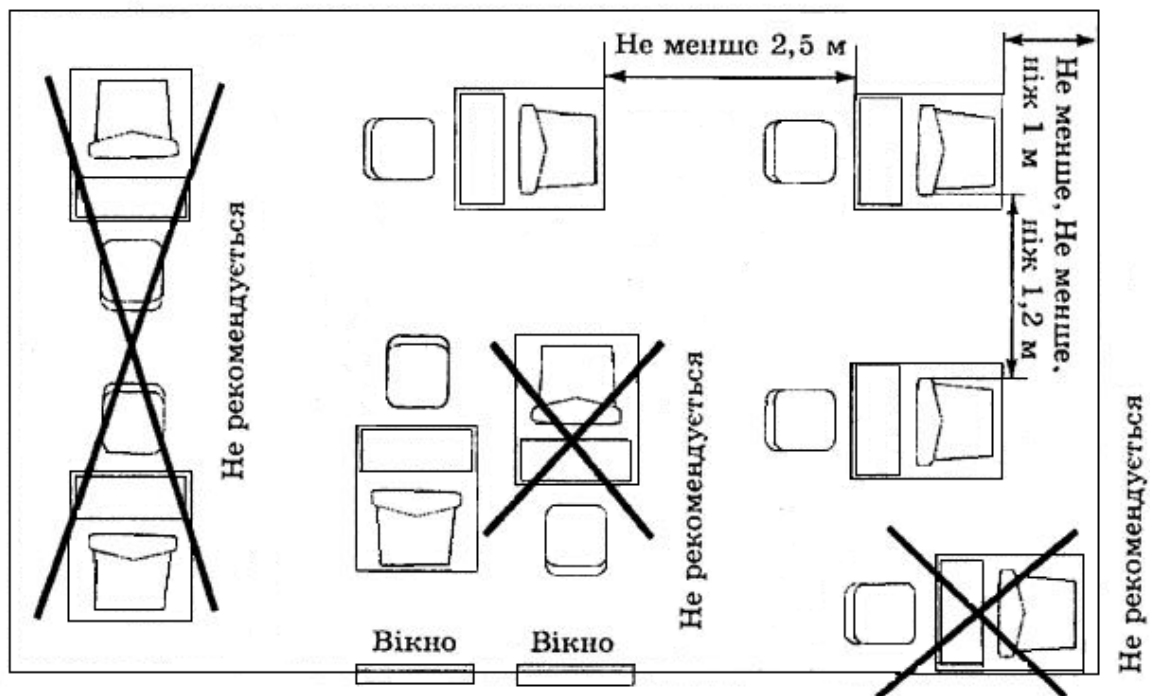


Рисунок 3.10 – Рекомендації щодо взаємного розташування робочих місць з ПК

3.2.2 Режим праці й відпочинку

Нормальна тривалість робочого часу згідно з КЗпП України не може перевищувати 40 годин на тиждень. Однак, може бути скорочення тривалості робочого часу:

1. Для працівників 16–18 років – 36 годин на тиждень, для працівників 15–16 років (учні 14–15 років, які працюють під час канікул) – 24 години на тиждень.

2. Для працівників, які зайняті на роботах зі шкідливими умовами праці – не більш 36 годин на тиждень.

Попередити передчасну втому працівника і підвищити ефективність його праці можна також завдяки правильній організації режиму праці та відпочинку. Дослідження показали, що працездатність і продуктивність праці людини протягом однієї зміни не однакові. У процесі виконання роботи функціональний стан працюючого і продуктивність його праці проходять такі фази.

I. *Фаза мобілізації.* Характеризується підвищенням тону центральної нервової системи й посиленням активності аналізаторів та інших органів людини.

II. *Фаза первинної реакції.* Характеризується підвищенням тону центральної нервової системи й посиленням активності аналізаторів та інших органів людини.

III. *Фаза гіперкомпенсації.* Людина пристосовується до найбільш знайомого, оптимального режиму виконання конкретної роботи. Ця фаза характеризується великим реагуванням працівника на навантаження, які можуть виникнути під час роботи.

IV. *Фаза компенсації.* Характерне встановлення оптимального режиму роботи органів людини й стабілізація показників роботи.

V. *Фаза декомпенсації.* Відбувається погіршення функціонального стану організму людини й зниження якості роботи.

VI. *Фаза субкомпенсації.* Характеризується зниженням рівня фізіологічних реакцій, послабленням менш важливих функцій. Компенсація здійснюється за рахунок менш важливих процесів.

VII. *Фаза зриву.* Для неї характерний розлад регуляційних механізмів неадекватних реакцій організму людини на сигнали зовнішнього середовища, різке падіння працездатності аж до неможливості виконання роботи.

У реальних умовах дослідження робочого процесу з урахуванням усіх фаз провести неможливо, оскільки деякі фази бувають за певних видів роботи слабо виражені і тривалість їх невелика. Тому за звичайних умов виробництва

рівень працездатності працівника поділяють на три–чотири етапи (рис. 3.11).

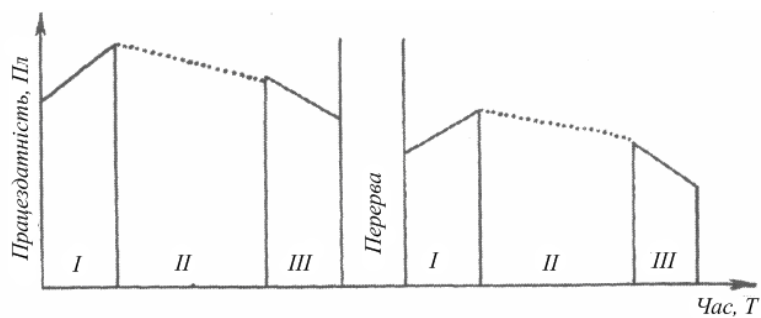


Рисунок 3.11 – Зміна працездатності людини протягом робочої зміни

Перший етап, коли працівник "входить" у роботу, називають етапом впрацювання. Триває він приблизно від однієї до двох годин, протягом яких продуктивність і працездатність людини зростають поступово. Відбувається це тому, що людський організм має властивість інертності. У період впрацювання робітничі навички, як правило, нестійкі, неміцні, затримані в часі, супроводжуються зайвими рухами; показники якості й ефективності роботи низькі. Це період адаптації людини до діяльності. **Другий етап** – стійкої працездатності. Продуктивність працівника досягає максимального значення і підтримується майже на одному рівні. Останні дослідження засвідчують, що на другому етапі працездатність людини не залишається на постійному рівні.

На **третьому етапі** настає фаза субкомпенсації, коли працездатність людини починає знижуватися, Рівень техніко-економічних показників починає знижуватися: зменшується вироблення, погіршується якість продукції, збільшується кількість помилок оператора. Разом з тим наростає напруженість фізіологічних функцій. Людина на обробку того самого обсягу інформації витрачає різний час: на початку й кінці зміни цей час приблизно в 1,5 рази більше порівняно з часом у середині зміни. Приблизно так змінюється й число помилкових дій людини. На цьому етапі з'являються перші ознаки втоми. Якщо не зробити перерви для відпочинку, настане **четвертий етап** – фаза втоми.

Після третього етапу роблять перерву для відпочинку та харчування, після закінчення якої етапи знову повторюються. Однак максимальної продуктивності, яка була до обіду, вже не можна досягти. Щоб підтримати рівень працездатності високим, рекомендується робити додаткові технологічні перерви.

Таким чином, під час виконання протягом дня робіт, що належать до різних видів трудової діяльності, мають передбачатися:

- перерви для відпочинку і вживання їжі (обідні перерви);
- перерви для відпочинку і харчування (згідно з трудовими нормами);
- додаткові перерви, що вводяться для окремих професій з урахуванням особливостей трудової діяльності та входять до робочого часу.

Тривалість перерви для відпочинку та харчування (обідня перерва) визначається чинним законодавством про працю і Правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства (організації, установи), але не більше двох годин. Перерва не входить до робочого часу. Така перерва, як правило, має бути через 4 години після початку роботи. Водночас обідня перерва може працівникам і не надаватися, якщо вони працюють на роботах, де через умови виробництва її встановити не можна. Це безперервно діючі підприємства і цехи, інші роботи, пов'язані з неможливістю відлучатися з робочого місця. У таких випадках працівникам мають бути створені умови для приймання їжі протягом робочого часу, і час прийому їжі для них зараховується в робочий час.

Внутрішньозмінні регламентовані перерви для відпочинку вводяться для окремих професій працівників з урахуванням особливостей їх трудової діяльності (її характеру, напруженості і важкості праці).

За напруженістю тієї або іншої групи робіт можна визначити категорію робіт і призначити тривалість додаткових перерв (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7 – Визначення тривалості додаткових перерв

Категорія робіт	Група робіт			Перерва, хв
	А, знаків	Б, знаків	В, годин	
1	до 20 000	до 15 000	до 2	20
2	20000– 40000	15000–30000	2 – 4	40
3	Більше 40000	Більше 30000	Більше 4	60

В ході організації праці, що пов'язана з використанням ПК, для збереження здоров'я працівників, запобігання професійним захворюванням і підтримки працездатності слід також передбачити внутрішньозмінні регламентовані перерви для відпочинку. Однак, у будь-якому разі тривалість безперервної роботи на комп'ютері не повинна перевищувати 4 години. За характером і складністю вирішуваних задач працю користувачів ПК можна розділити на три групи:

група А – діяльність, яка характеризується виконанням одноманітних, ритмічних операцій, що не вимагають великої розумової напруги. Приклади: введення інформації, копіювання та отримання інформації за стандартними

запитами тощо. Діяльність вимагає відповідної професійної підготовки, посидючості, стійкості у виконанні копіткої і одноманітної роботи, старанності, дисциплінованості, відповідальності, гарної зорової пам'яті.

група Б – діяльність, пов'язана зі здійсненням логічних операцій, що постійно повторюються. Приклади: класифікація і систематизація оперативної інформації, виконання обчислювальних процедур, підбір потрібного матеріалу за певними ознаками.

група В – творчі види діяльності, що вимагають прийняття у процесі роботи рішення за відсутності наперед відомого алгоритму.

Перерви рекомендується розподіляти так:

1 категорія – перерви по 10 хвилин через 2 години після початку роботи і через 2 години після обідньої перерви;

2 категорія – перерви по 15 хвилин через 2 години після початку роботи, 15 хвилин і 10 хвилин через 1,5 і 2,5 години відповідно після обідньої перерви або щогодинні перерви по 5–10 хвилин;

3 категорія – перерви по 20 хвилин через 2 години після початку роботи, 20 хвилин через 1,5 години і 2,5 години відповідно після обідньої перерви або щогодинні перерви по 5–15 хвилин.

Під час таких внутрішньозмінних перерв необхідно залишити своє робоче місце і приміщення, де знаходяться комп'ютери. Око має відпочити від екрану ПК, слухові аналізатори не повинні сприймати шумову дію, яка має місце під час роботи системних блоків і принтерів. Це кімнати або кути відпочинку тощо. Все має сприяти зняттю втомленості.

3.3 Методи підвищення мотивації безпеки праці

Вирішальним чинником конкурентоспроможності підприємства в багатьох галузях є забезпеченість кваліфікованою робочою силою, рівень її мотивації, форми організації праці інші особливості, що визначають ефективність використання персоналу.

Одним з постулатів теорії людських ресурсів є *додаток ціннісних категорій і оцінок до використання робочої сили*. При цьому, з одного боку, застосування людських ресурсів характеризується певними витратами наймача, крім виплачуваної заробітної платні. До них належать витрати на відбір персоналу, його навчання, соціальне страхування і т.ін. З другого боку, людські ресурси характеризуються здатністю створення доходу, що поступає в розпорядження працедавця. Саме ця здатність визначає ціннісний аспект

використовування людських ресурсів.

Мотивація праці – це прагнення працівника задовольнити потреби (отримати певні блага) за допомогою трудової діяльності. Мотивація включає внутрішній стан людини, званий потребою, і зовнішні чинники, що впливають на мотивацію, так звані стимули. Поведінка людини визначається потребами і стимулами, які домінують в даний момент часу. **Трудова мотивація** – це процес стимулювання окремого виконавця або групи людей до діяльності, яка спрямована на досягнення мети підприємства, до продуктивного виконання ухвалених рішень або запланованих робіт.

Неефективна система мотивації може викликати у працівників незадоволеність, що завжди викликає зниження продуктивності праці. З іншого боку, ефективна система стимулює продуктивність персоналу, підвищує ефективність людських ресурсів. Базові методи управління мотивацією праці наведено на рис. 3.12. Розглянемо їх докладніше.

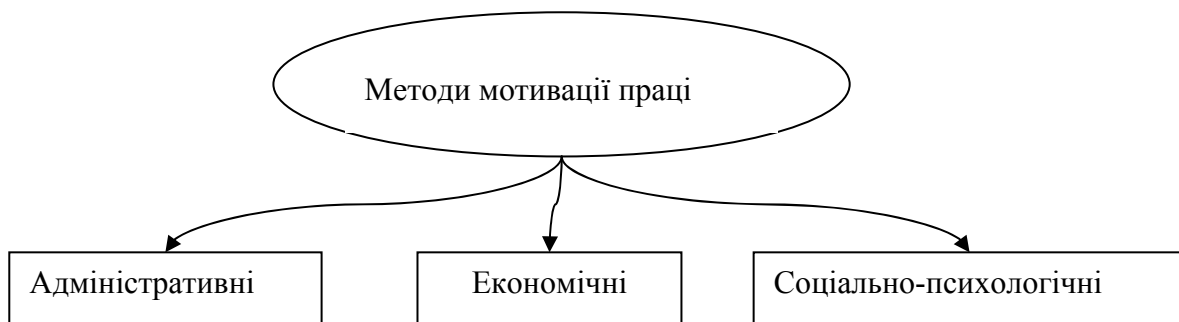


Рисунок 3.12 – Методи трудової мотивації персоналу

Адміністративні методи засновані на ухваленні рішень керівниками у сфері нематеріальних заохочень і покарань, розподілу повноважень і відповідальності, визначенням графіка роботи та ін.

Для них характерна пряма централізована дія суб'єкта на об'єкт управління. Адміністративні методи орієнтовані на такі мотиви поведінки, як усвідомлена необхідність трудової дисципліни, почуття обов'язку прагнення людини працювати в певній організації, культура трудової діяльності. В систему адміністративних методів входять:

Організаційно-стабілізуючі методи (закони, укази, статuti, правила, держстандарти та ін.), тобто правові норми і акти, затверджені державними органами для обов'язкового виконання.

Методи організаційної дії (регламентація, інструкції, організаційні схеми, нормування праці), діючі всередині організації. Документи регламентують склад, зміст і взаємозв'язки всіх підсистем організації. Розпоряджувальні

методи (накази, розпорядження) використовуються в процесі оперативного керівництва.

Дисциплінарні методи (встановлення і реалізація форм відповідальності). Під дисциплінарними методами можна розуміти, зокрема, застосування негативних стимулів (страх перед втратою роботи, голодом, штрафами). В економічно розвинутих країнах переважає перехід від негативних стимулів до позитивних.

Адміністративні методи мотивації праці, використовуються в тих організаціях, де авторитарне керівництво, яке вважає, що люди ледачі, не люблять працювати і по відношенню до них потрібно застосовувати політику «батога і пряника», з іншого боку, такі методи як організаційна дія, необхідні. Організаційні схеми, нормування праці й ін. сприяють більш чіткій і ефективній організації праці на будь-якому підприємстві, а нормування праці дозволяє розробити науково обґрунтовану систему оплати праці та соціальної захищеності працівників. Державні закони підзаконні акти і державні стандарти є обов'язковими для виконання і визначають принципи державного впливу на ринку праці.

Економічні методи засновані на застосуванні матеріальної винагороди як компенсації за трудові зусилля працівника і досягнуті їм результати. Це ціла система мотивів і стимулів, що спонукають всіх працівників плідно працювати на загальне благо. Серед них виділяють:

- методи, що використовуються державними і регіональними органами управління (податкова система, кредитно-фінансовий механізм регіонів і країни в цілому);

- методи, що використовуються організацією (економічні нормативи функціонування підприємства, система матеріального заохочення працівників, система відповідальності за якість і ефективність роботи, участь в прибутках і капіталі).

Стимулювання до належного рівня мотивації може існувати в двох взаємозв'язаних формах:

Матеріальне стимулювання виявляється в тому, що працівник при обумовленому об'ємі і якості виконуваної роботи може розраховувати на отримання тих або інших матеріальних благ у натуральній або грошовій формі. Практика показує доцільність таких заходів матеріального заохочення для окремого працівника:

- разова грошова винагорода (премія);
- встановлення надбавки до зарплати на визначений період;

- путівка (на відпочинок або лікування) на курорти;
- відрядження на виставки (наприклад, з охорони праці, якщо мова йде про мотивацію безпеки);
- стажування (наприклад, з охорони праці).

Нематеріальне стимулювання виявляється в тому, що працівник при обумовлених вигляді, об'ємі і якості виконуваної роботи може розраховувати на отримання тих або інших благ у нематеріальній формі, яка не має прямої грошової оцінки.

Соціально-психологічні методи засновані на застосуванні до працівника спеціальних стимулів, таких як відношення колективу, статус і ін. Соціальні методи пов'язані з соціальними відносинами, з моральним і психологічним впливом. До складу даних методів належать:

- Формування колективів, враховуючи типи особи і характеру працівників, створення нормального психологічного клімату, творчої атмосфери. Тут в цілях ефективної мотивації необхідно враховувати, що відношення до праці у всіх різне.

- Особистий приклад керівника своїм підлеглим. По-перше, це імідж менеджера, який надає мотиваційну дію на співробітників у плані їхнього самовираження і причетності до роботи на фірмі з ефективним керівником.

- Орієнтуючі умови, тобто мета організації і її місія. Кожний співробітник повинен знати цю мету, оскільки, задовольняючи особисті потреби, він одночасно працює, щоб виконати мету, що стоїть перед організацією в цілому.

- Участь працівників в управлінні.

- Задоволення культурних і духовних потреб – це можливості соціального спілкування співробітників. Багато керівників, що роблять ставку на персонал, особливо в організаціях, що не займаються матеріальним виробництвом прагнуть проводити у вільний час заходи щодо організації дозвілля своїх співробітників і членів їх сімей. Такі заходи вважаються набагато більш значущими в плані підвищення мотивації праці, ніж елементи матеріального стимулювання застосуванні до окремих працівників.

- Встановлення моральних санкцій і заохочень, тобто розумне поєднання позитивних і негативних стимулів. Моральні санкції у вигляді доган і зауважень мають силу мотиваційної дії на тих підприємствах де це вироблено багаторічною традицією. Заходи морального заохочення, такі, як подяка, почесна грамота, надають свою мотиваційну дію у фірмах, де прийнята багаторічна традиція таких заохочень. Хоча в західних країнах і в США також застосовуються заходи морального заохочення – наприклад, співробітника, що

відрізнівся, фотографують разом з керівником фірми, і така фотографія стоїть на робочому столі співробітника для загального огляду.

- Соціальна профілактика і соціальний захист працівників – це безкоштовна медична допомога, профілактичні огляди, пільги, талони на живлення, безкоштовні путівки, компенсації на проїзд і інші види негрошового стимулювання.

Виходячи з вищерозглянутого, управління мотивацією щодо підтримки високого рівня безпеки праці спрямовано на вироблення у працівників особистих і групових довгострокових інтересів і відповідних установок на дотримання вимог охорони праці, а також відповідної поведінки при небезпечних виробничих ситуаціях. Мотивація безпеки у загальному вигляді спрямована на формування культури безпеки, яка складається на думку команди SCART (*Safety Culture Assessment Review Team*) з МАГАТЕ з декількох елементів (див. рис. 3.13).



Рисунок 3.13 – Характеристики культури безпеки

Зазначимо, що *встановлення особистої відповідальності працівників* дозволяє привести в єдину систему діяльність керівників і фахівців, а також контролюючих осіб щодо забезпечення безпечних умов праці; оцінювати рівень профілактичної роботи в області охорони праці; регулярно одержувати інформацію про стан машин, устаткування, інструменту і робочих місць з погляду їхньої безпеки (безпечної експлуатації) і вживати заходів до усунення недоліків; одержувати дані про виконання працівниками вимог охорони праці, вживати заходів дисциплінарної дії до порушників.

Для формування стійкої корпоративно спрямованої позитивної мотивації у всіх підрозділах і трудових групах (бригадах) мають використовуватися різноманітні методи стимулювання працівників до *оволодіння знаннями і*

досвідом забезпечення безпеки праці і виробництва, до зниження показників аварійності, інцидентності, виробничого травматизму і професійної захворюваності.

Методи пропаганди питань безпеки різноманітні, але кінцева мета одна – виховати у працюючих усвідомлену необхідність виконання вимог безпечного виконання робіт. Це досягається всіма формами навчання і інструктажу; розбором нещасних випадків; проведенням лекцій; бесід; наочною агітацією; організацією відвідин виставок; екскурсій; обміном досвідом; організацією змагання; перегляданням кіно і відеофільмів, залученням до формування нормального психологічного клімату в колективах (змінах, бригадах і т.п.) фахівців – психологів і соціологів і т.ін.

Контрольні запитання та завдання

1. Порівняйте основні характеристики та особливості фізичної та розумової праці.
2. Охарактеризуйте методи підвищення працездатності людини.
3. Розгляньте адаптацію людини з точки зору попередження травматизму у трудовому процесі.
4. Які види чутливості аналізаторів існують? Поясніть закон Вебера-Фехнера?
5. Охарактеризуйте стадії розвитку стресу за Г.Сельє.
6. Поясніть причини виникнення професійного вигорання та назвіть методи і засоби його попередження.
7. З'ясуйте основні ергономічні вимоги до конструкції робочих місць.
8. Охарактеризуйте вимоги до робочого часу та відпочинку протягом робочого дня згідно з вимогами КЗпП та норм безпеки праці.
9. Назвіть методи підвищення мотивації безпеки праці.

4 ТЕХНОГЕННО-ВИРОБНИЧІ НЕБЕЗПЕКИ ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ВІД НИХ

Як було зазначено вище, людина вже давно живе не в природному, а в техногенно-зміненому середовищі, трансформованому під впливом своєї ж діяльності. Антропогенний тиск на природу порушив біологічний кругообіг речовин у природі, пошкодив її регенераційні механізми, внаслідок чого почалося її прогресуюче руйнування. Таким чином, впродовж сторіч людство вдосконалювало середовище проживання, а в результаті отримало найвищу ступінь ризику свого існування. Хоча суспільство оволоділо величезним науково-технічним та природним потенціалом, воно не стало безпечним. У результаті виробничо-господарської діяльності людини на сучасному рівні науково-технічного прогресу та впливу об'єктів матеріального оточення, що людиною створені, виникають *техногенно-виробничі небезпеки*.

В сфері промислового й сільськогосподарського виробництва, на транспорті й в інших галузях економіки можливі різні відхилення параметрів технологічних процесів, характеристик і показників від норм і вихід їх з-під контролю людини, що в ряді випадків приводить до різних нещасних випадків, аварій, катастроф тощо. Ці та їм подібні явища теж належать до техногенних небезпек, тому що відбуваються насамперед у рамках техносфери. Кожна потенційна техногенно-виробнича небезпека має свого матеріального носія, що прийнято називати, як вже зазначалося, фактором небезпеки. Такі фактори техногенно-виробничих небезпек за своїм походженням, а також за видом енергії, якою вони наділені й яку передають різним об'єктам, можуть бути:

- *Електричні* – характеризуються запасом електричної енергії (електричний струм, електростатичне поле, електричний заряд і ін.);
- *електромагнітні* – характеризуються запасом енергії електромагнітних хвиль (радіохвилі, інфрачервоне, видиме світло, ультрафіолетове, лазерне, іонізуюче випромінювання);
- *термічні* – мають певний запас теплової енергії й аномальну температуру (параметри мікроклімату, нагріті й охолоджені об'єкти, та ін.);
- *хімічні* – мають високу хімічну активність при впливі на тканині організму людини й речовини навколишнього середовища (агресивні, отруйні, пожежо- і вибухонебезпечні й ін. речовини);
- *ядерні* – мають запас ядерної енергії (природні й штучні радіонукліди);
- *психофізіологічні* – їхня дія пов'язана з наявністю біоенергетичних полів, психофізіологічними особливостями людини (розумове та емоційне навантаження, біоритми та ін.).

Реалізація зазначених факторів небезпек можлива як в умовах нормального функціонування технічних систем, технологічних процесів, пристроїв, засобів та ін., так і в ході різних аварій, катастроф, що ведуть до надзвичайних ситуацій. Безпека тієї чи іншої технічної системи, або технологічного процесу може бути визначена за кількістю та за ступенем небезпеки кожної або кожного з них зокрема. Безпека праці на виробництві визначається за ступенем безпеки окремого технологічного процесу.

В процесі виробництва людина потрапляє під дію багатьох чинників, різних за своїм походженням, формами, проявом, характером дії тощо, які у ряді випадків можуть бути шкідливими або небезпечними. Всі шкідливі та небезпечні виробничі чинники (ШНВЧ) поділяються на фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні чинники небезпеки (було розглянуто вище).

Далі розглянемо основні характеристики, джерела ШНВЧ, що існують та виникають у більшості технологічних процесів сучасного виробництва. Також розглянемо вплив зазначених чинників на людину та навколишнє середовище і методи та засоби захисту, що дозволяють скоротити або мінімізувати цей вплив.

4.1 Небезпеки під час експлуатації електрообладнання

4.1.1 Дія електричного струму на організм людини

Технічний прогрес супроводжується постійним впровадженням електроустаткування в усі галузі промислового виробництва і побуту. З кожним роком зростає виробництво і споживання електроенергії у всіх галузях народного господарства, а відтак розширюється кількість людей, які в процесі своєї життєдіяльності використовують електричні пристрої та установки. Тому проблема електробезпеки в ході експлуатації електрообладнання набуває особливого значення.

Електроустаткування, з яким доводиться мати справу практично всім працівникам на виробництві та людям у побуті, становить значну потенційну небезпеку ще й тому, що органи чуття людини не здатні на відстані виявляти наявність електричної напруги. У зв'язку з цим захисна реакція організму виявляється лише після того, як людина потрапила під дію електричного струму.

Аналіз нещасних випадків у промисловості (рис. 4.1), які супроводжуються тимчасовою втратою працездатності потерпілими свідчить про те, що кількість травм, викликаних дією електрики, порівняно невелика і складає 0,5–1% від загальної кількості нещасних випадків. Проте слід зауважити, що з

загальної кількості нещасних випадків зі смертельним наслідком на виробництві 20–40% трапляється внаслідок ураження електрострумом, причому близько 80% смертельних уражень електричним струмом відбувається в електроустановках напругою до 1000 В. Ця обставина зумовлена значною поширеністю таких електроустановок, а також тим, що їх обслуговують практично всі особи, що працюють в промисловості, а електроустановки напругою понад 1000 В обслуговуються малочисельним колом підготовленого та кваліфікованого персоналу. Щороку в Україні від електричного струму гине приблизно 1500 осіб.

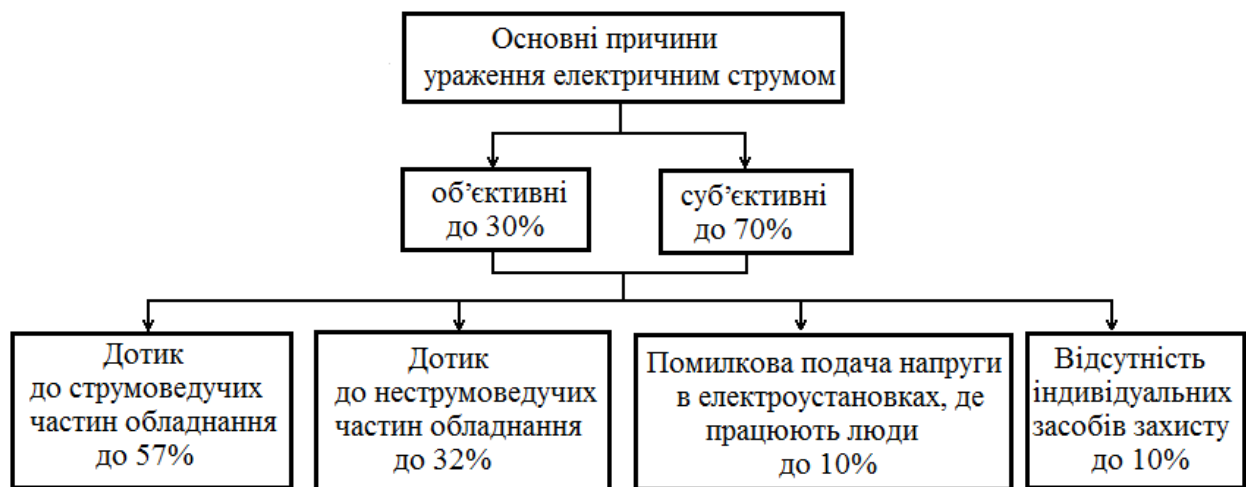


Рисунок 4.1 – Причини ураження електричним струмом

Струм, що протікає через тіло людини, діє на тканини і органи не тільки в місцях контакту зі струмопровідними частинами, але й рефлекторно, як надзвичайно сильний подразник, впливає на весь організм, що може призводити до порушення функціонування життєво важливих систем організму – нервової, серцево-судинної систем, дихання тощо.

Механізм ураження електричним струмом, явища, що пов'язані з ураженням, і навіть величина уражаючого струму ще не вивчені. Однак можна сказати, що смертельний результат під час дії електричного струму в більшості випадків є результатом розладу серцевої діяльності, розладу подиху, електричного шоку і серйозних опіків.

Вплив на серце може бути прямим, коли струм протікає безпосередньо в області серця, і рефлекторним, тобто через центральну нервову систему. В обох випадках може статися зупинка серця, а також виникнути його фібриляція.

Фібриляція серця – це хаотичні різночасні скорочення волокон серцевого

м'яза (фібрил), при яких серце не може перекачувати кров по судинах. Фібриляція може бути і результатом рефлекторного спазму артерій, які живлять серце кров'ю. При ураженні струмом фібриляція серця настає значно частіше, ніж його повна зупинка.

Припинення дихання відбувається унаслідок безпосередньої дії струму на м'язи грудної клітинки або дихальний центр, що знаходиться в головному і спинному мозку. При тривалій дії (більше 1 хвилини) розвивається *асфіксія* – хворобливий стан унаслідок нестачі кисню і надлишку вуглекислого газу в крові.

Електричний шок – важка рефлекторна реакція організму на вплив електричного струму, що призводить до небезпечних розладів дихання, кровообігу, обміну речовин тощо. Шоковий стан може тривати від декількох хвилин до доби, після чого може наступити смерть у результаті повного вгасання життєво важливих функцій або повне видужання як результат активного лікувального втручання.

Проходячи через організм людини, електричний струм справляє на нього такі **види дії**:

- біологічну – викликає небезпечне збудження живих тканин організму, що супроводжується мимовільним судомним скороченням м'язів. Таке збудження може призвести до суттєвих порушень і навіть повного припинення діяльності органів дихання та кровообігу;

- механічну – розшарування, розриви й інші пошкодження тканин (м'язи, стінки судин);

- термічну – струм спричиняє опіки окремих ділянок тіла, нагрівання кровоносних судин, серця, мозку та інших органів на своєму шляху, що призводить до виникнення в них функціональних розладів;

- електролітичну – розклад (електроліз) крові та інших органічних рідин, що викликає суттєві зміни їх фізико-хімічного складу.

Все різноманіття *ураження людини електричним струмом, що обумовлює патологічний стан, спричинений проходженням електричного струму через тіло людини*, (рис. 4.2) можна умовно звести до місцевих електричних травм (що складає 20% від усіх видів травмування) та електроударів (що складає 25% від усіх видів травмування). Можливі також і змішані травми (одночасні місцеві електричні травми та електричні удари зустрічаються у 55% постраждалих).

Місцева електрична травма – це чітко виражене місцеве порушення цілісності тканин організму, викликане впливом електричного струму чи електричної дуги. Найчастіше це поверхневі пошкодження (шкіри), а іноді

м'яких тканин, а також зв'язок і кісток. Звичайно ці травми виліковуються і працездатність потерпілого повністю або частково відновлюється. В окремих випадках (при важких опіках) людина гине.

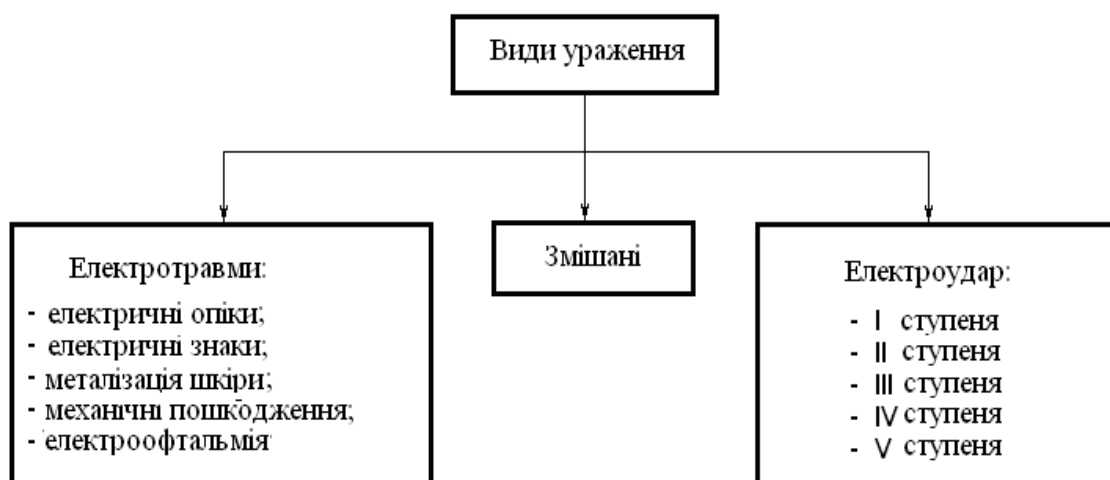


Рисунок 4.2 – Види ураження людини електричним струмом

Розглянемо види місцевих електричних травм.

Опіки виникають у великій частині потерпілих (60–65%), причому третина їх супроводжується іншими травмами – знаками, механічними ушкодженнями і металізацією шкіри. Розрізняють три види опіків:

- струмовий – виникає під час проходження струму безпосередньо через тіло людини в результаті контакту людини зі струмоведучою частиною (характерний в установках з відносно невисокою напругою – не вище 1–2 кВ);
- дуговий – обумовлений впливом на тіло людини електричної дуги, але без проходження струму через тіло людини (характерний в установках з напругою 220–6000В);
- змішаний – є результатом дії одночасно обох зазначених факторів.

Електричні мітки (знаки) – є чітко окресленими плямами сірого чи блідо-жовтого кольору на поверхні тіла людини. Часто знаки мають круглу чи овальну форму з поглибленням у центрі. У більшості випадків електричні знаки безболісні, і їх лікування закінчується благополучно: протягом часу верхній шар шкіри і уражене місце набувають первинний колір, еластичність і чутливість. Знаки виникають досить часто (приблизно в 20% потерпілих).

Металізація шкіри – проникнення в шкіру дрібних часточок розплавленого під дією електричної дуги чи іскри металу. Уражена ділянка має шорстку поверхню, забарвлення якої визначається кольором з'єднань металу,

що потрапив під шкіру: зелена – при контакті з міддю, сіра – з алюмінієм, синьо-зелена – з латунню, жовто-сіра – зі свинцем. Потерпілий відчуває на ураженій ділянці напруженість шкіри від присутності в ній стороннього тіла. Зазвичай, з часом пошкоджена шкіра сходить і уражена ділянка набуває нормальний вигляд. Лише при ураженні очей лікування може виявитися тривалим і складним, а в деяких випадках потерпілий може втратити зір. Металізація шкіри спостерігається приблизно у 10% постраждалих.

Електрофтальмія – запалення зовнішніх оболонок очей (рогівки і кон'юнктиви), яке виникає під впливом могутнього потоку ультрафіолетового проміння (розвивається через 4–8 годин). Таке опромінення можливе за наявності електричної дуги (наприклад, при короткому замиканні), яка є джерелом інтенсивного випромінювання не тільки видимого світла, але і ультрафіолетових і інфрачервоних променів. Інфрачервоні (теплові) промені також шкідливі для очей, але лише на близькій відстані або при інтенсивному і тривалому опроміненні. Електрофтальмія спостерігається приблизно у 1–2% постраждалих від струму.

Механічні ушкодження – є наслідком мимовільного скорочення м'язів під дією струму. У результаті можуть відбутися розриви шкіри, сухожилля, кровоносних судин і нервової тканини, а також вивихи суглобів і навіть перелом кісток. Ці ушкодження є серйозними травмами, що вимагають тривалого лікування. Виникають вони не більш ніж у 3% постраждалих.

Загальні електротравми (електроудари) – це збудження живих тканин електричним струмом, що супроводжується судорожним скороченням різних м'язів тіла. При цьому під загрозою виявляється весь організм через порушення нормальної роботи багатьох життєво важливих органів і систем, у тому числі серця, легенів, центральної нервової системи та ін. Електроудари викликають 85–87% смертельних результатів під час проходження струму через організм людини. Розрізняють електроудари таких ступенів:

I – судорожні ледве відчутні скорочення м'язів;

II – судорожні скорочення м'язів, що супроводжуються сильним болем, що ледве переноситься, без втрати свідомості;

III – судорожні скорочення м'язів з втратою свідомості, але зі збереженням дихання і роботою серця;

IV – втрата свідомості і порушення роботи серця і (або) дихання;

V – клінічна смерть (відсутність дихання і кровообігу).

4.1.2 Фактори, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом

Для усунення небезпеки поразки електрострумом важливо знати чинники, що впливають на його результат. Характер впливу електричного струму на організм людини, а відтак і наслідки ураження, залежать від цілої низки факторів, які умовно можна підрозділити на фактори електричного та неелектричного характеру (рис. 4.3).

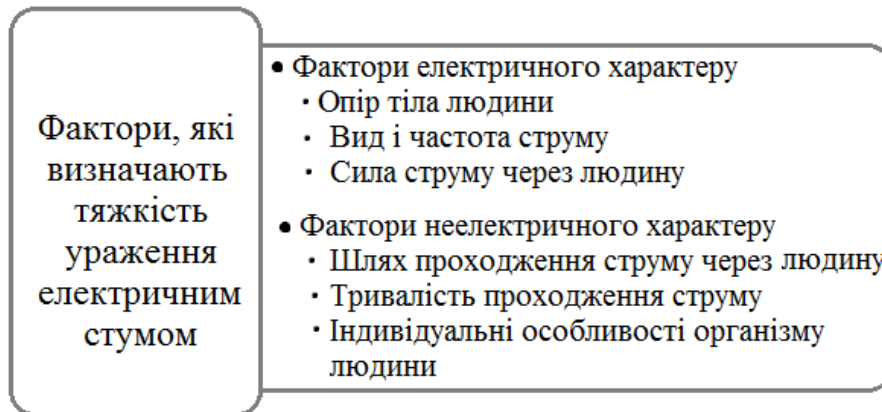


Рисунок 4.3 – Фактори, що визначають тяжкість ураження людини

Розглянемо ці фактори докладніше.

1. Опір тіла людини електричному струму. Тіло людини є провідником електричного струму, але електропровідність біологічної тканини відрізняється значною своєрідністю порівняно з провідністю металів, електролітів, газів. Це зумовлено не тільки фізичними властивостями живої тканини, але і дуже складними біохімічними і біофізичними процесами, властивими біологічній субстанції. **Опір тіла людини проходженню струму** – це опір струму, який протікає по ділянці між двома електродами, прикладеними до тіла людини (див. рис. 4.4).

Як видно з рис. 4.4 шкіра володіє найбільшим питомим опором, що визначає опір всього тіла людини. Величина повного опору тіла залежить, головним чином, від стану рогового шару (0,05...0,2 мм), який позбавлений кровоносних судин і нервів. Саме тому роговий шар має найвищий питомий опір. Наявність подряпин й інших пошкоджень, вологи та забруднень різко знижують опір тіла людини. Звичайно ця величина знаходиться в межах 3...1000 кОм. Але в теоретичних розрахунках з урахуванням «запасу на безпеку» вона вважається рівною 1000 Ом.



Рисунок 4.4 – Спрощена анатомічна схема опору тіла

Якщо розглядати дотик людини до струмоведучих частин, то тіло людини умовно можна розглядати як частину електричного кола, що складається з трьох послідовних ділянок: шкіра – внутрішні органи і тканини – шкіра. Через високий опір роговий шар можна умовно вважати діелектриком. У результаті, якщо зовні до тіла прикладені електроди, то створюється ланцюг з активного опору внутрішніх тканин і майже ємнісного опору епідермісу. Внутрішні тканини мають активний опір $R_{вн}$ з невеликою ємнісною складовою, яка майже не залежить ні від площі електродів, ні від частоти, і знаходиться в межах від 500 до 700 Ом. Спрощено опір тіла людини можна подати у вигляді еквівалентної електричної схеми (рис. 4.5) на частоті не більше 50 Гц.

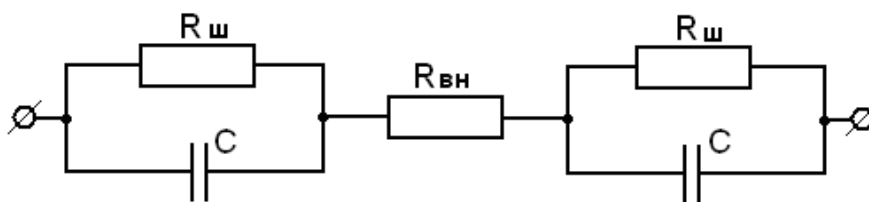


Рисунок 4.5 – Спрощена еквівалентна схема опору тіла людини:
 $R_{ш}$ – опір зовнішніх частин (шкіри); $R_{вн}$ – опір внутрішніх органів

Відповідно до наведеної еквівалентної схеми повний опір тіла людини визначається за формулою

$$Z = \frac{R_{вн} + 2R_{ш}}{\sqrt{1 + (2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot R_{ш})^2}},$$

де $R_{ш}$ – опір шкіри тіла людини, Ом,

R_{BH} – внутрішній опір тіла людини, прийнятий чисто активним і залежним від довжини і поперечного перерізу ділянки тіла, по якому проходить струм, Ом,

C – ємнісна складова опору тіла людина, яка утвориться в місці контакту струмоведучих частин із роговим шаром шкіри,

f – частота струму, Гц.

Ємнісний опір C дуже малий і ним у стандартних розрахунках звичайно зневажають, вважаючи опір людини чисто активним:

$$Z = R_{BH} + 2R_{ш} .$$

Однак слід враховувати, що опір шкіри може різко зменшуватися за таких умов:

- ушкодженні її рогового шару;
- з'явленні вологи на її поверхні;
- потовиділенні;
- забрудненні;
- наявності хвороб шкіри.

2. Вид і частота струму. Наявність ємнісної складової пояснює те, що тіло людини представляє різний опір змінному і постійному струмам. *Постійний струм приблизно в 3–5 разів безпечніший, ніж змінний струм на частоті 50–60 Гц.* Постійний струм, проходячи через тіло людини, викликає слабші скорочення м'язів і менш неприємні відчуття порівняно зі змінним того ж значення. Лише в момент замикання і розмикання ланки струму людина відчуває короточасні болісні відчуття внаслідок судомного скорочення м'язів. Проте ця властивість спостерігається при напрузі до 500 В. При більш високій напрузі постійний струм стає більш небезпечним.

3. Сила струму. Із зростанням сили струму небезпека ураження зростає. Залежно від величини розрізняють: відчутний, невідпускаючий і фібриляційний струми (рис. 4.6). Кожний з них характеризується своїм найменшим пороговим значенням (табл. 4.1).

Для змінного струму безпечним вважається струм, який у разі тривалого проходження через організм людини не завдає йому шкоди і не викликає ніяких відчуттів. Його величина не перевищує 0,05 мА. Струм, величиною від 0,5 до 1,5 мА називається пороговим відчутним струмом. Він викликає поколювання і відчуття нагрівання шкіри. За струму 2–5 мА з'являється біль в руці, тремтіння кисті.

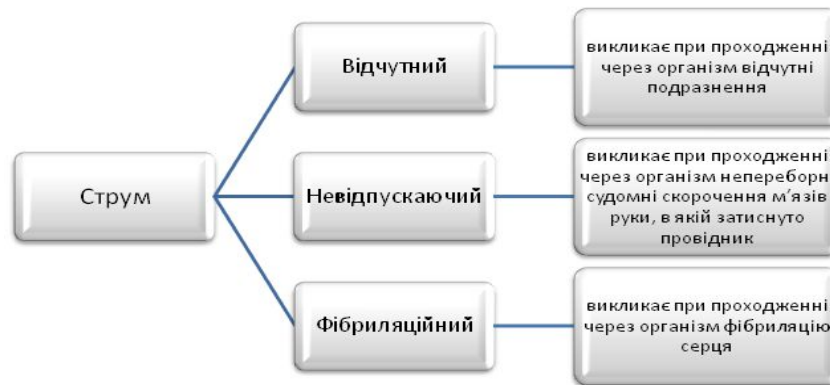


Рисунок 4.6 – Види електричного струму за силою

Збільшення струму до 10–15 мА викликає нестерпний біль і повне припинення керування м'язами. Якщо людина просто доторкнулася до ділянки провідника, який знаходиться під напругою, то вона може звільнитися від дії струму, забравши руки. Якщо ж провідник опинився затиснутим у руці, то за таких значень струму людина не може за своєю волею розтиснути пальці і звільнитися від дії струму. З цієї причини струм величиною більше 10–15 мА називається невідпускаючим.

Таблиця 4.1 – Значення порогових струмів

Змінний струм	Постійний струм	Пороговий струм
0,5...1,5 мА	5.....7 мА	пороговий відчутний струм
10...15 мА	50.....80 мА	пороговий невідпускаючий струм
50...100 мА	300...500 мА	пороговий фібриляційний струм
понад 500 мА		безумовно смертельний струм.

Електричний опір організму людини падає при збільшенні струму і тривалості його проходження внаслідок посилення місцевого нагрівання шкіри, що призводить до розширення судин, а отже, до посилення постачання цієї ділянки кров'ю і збільшення виділення поту. З підвищенням напруги, прикладеної до тіла людини, опір шкіри зменшується, а отже, і повний опір тіла наближається до свого найменшого значення 300–500 Ом.

4. Шлях проходження струму в тілі потерпілого має істотне значення в результат ураження. Так, якщо на шляху струму виникають життєво важливі органи – серце, легені, головний мозок, то небезпека ураження дуже велика. Крім того, оскільки шлях протікання струму залежить від того, якими

ділянками тіла потерпілий торкається до струмоведучих частин, вплив шляху на результат ураження виявляється ще і тому, що опір шкіри на різних ділянках тіла різний.

Проте найімовірнішими, відповідно до статистичних даних аналізу поразок електрострумом, є п'ятнадцять характерних шляхів протікання струму. Найчастіше зустрічаються такі: права рука – ноги, рука – рука, нога – нога. Найменш небезпечний шлях «нога–нога (нижня петля), часто виникаючий при дії напруги кроку. В таблиці 4.2 наведені статистичні дані про втрату свідомості при різних шляхах протікання струму.

Таблиця 4.2 – Дані щодо тяжкості шляхів протікання електричного струму

Шлях струму	Частота виникнення даного шляху струму, %	Частка, що втратили свідомість під час впливу струму, %	Значення струму, що проходить через область серця, % від загального струму, що проходить через тіло
Рука – рука	40	83	3,3
Права рука – ноги	20	87	6,7
Ліва рука – ноги	17	80	3,7
Нога – нога	6	15	0,4
Голова – ноги	5	88	6,8
Голова – руки	4	92	7,0
Інші	8	65	–

5. Тривалість проходження струму через організм істотно впливає на результат ураження: чим триваліша дія струму, тим більша ймовірність важкого чи смертельного результату. Така залежність пояснюється тим, що зі збільшенням часу впливу струму на живу тканину зростає значення цього струму (за рахунок зменшення опору тіла), збільшуються (накопичуються) наслідки впливу струму на організм і підвищується імовірність збігу моменту проходження струму через серце під час уразливої для струму фазою серцевого циклу (кардіоциклу).

6. Індивідуальні властивості людини відіграють помітну роль у результаті ураження. Встановлено, що здорові та фізично міцні люди легше переносять електричні удари, ніж хворі і слабкі. Також опір тіла змінюється з віком, у дорослих опір вище, ніж у дітей. Опір тіла людини зменшується при алкогольному сп'янінні, а також у людей, що страждають хворобами шкіри, легенів, серцево-судинними, нервовими хворобами та ін. Небезпека електро-травми також значно підвищується при перевтомі, наслідком якої є розсіяність

уваги, порушення координації рухів і зниження швидкості реакції. Як доводить статистика, число уражень в кінці зміни та понадурочний час зростає.

Опір тіла людини залежить також від статі і віку людей: у жінок цей опір менший, ніж у чоловіків, у дітей – менший, ніж у дорослих, у молодих людей менший, ніж у літніх. Це пояснюється товщиною і ступенем огрублення верхнього шару шкіри.

4.1.3 Особливості систем передачі та прийому електричної енергії

Насиченість електрикою сучасного виробництва формує електричну небезпеку, джерелом якої можуть бути електричні мережі, електрифіковане обладнання та інструмент, обчислювальна та організаційна техніка, що працює на електричній енергії. **Електроустановкою** називається будь-яке поєднання взаємозалежного електрообладнання у межах даного простору або приміщення. За умовами електробезпеки вони поділяються на електроустановки до 1000 В і понад 1000 В.

Електроенергія виробляється на електростанціях і подається споживачам. При її передачі на великі відстані використовують високовольтні лінії електропередач, але електроенергію спочатку підвищують за допомогою трансформаторів у значно більш високу напругу (35; 110; 220; 330; 500; 750 кВ). Інакше для передачі тієї ж енергії довелося б збільшити струм, що потребувало б значного збільшення перетину дротів через зростання втрат на їх нагрів. У місцях споживання, на трансформаторних підстанціях, напруга знову знижується до робочої, призначеної для роботи устаткування та інструменту.

Далі на певній (локальній) території електроенергія передається за допомогою електромережі. Таким чином, усю таку сукупність електроустановок для передачі і розповсюдження електроенергії, що складається з підстанцій, розподільних пристроїв, струмопроводників, повітряних і кабельних ліній електропередачі, що працюють на певній території, називають **електричною мережею**.

Основними нормативними документами, що визначають особливості електричних мереж, а також безпеки в ході експлуатації електроустановок, є ДБН В.2.5–27–2006 «Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд» і ПУЕ–2015 «Правила улаштування електроустановок».

Існуючі **електричні мережі** за типами систем струмоведучих провідників розділяються на:

- однофазні двопровідні;
- однофазні трипровідні;
- трифазні трипровідні;

- трифазні чотирипровідні;
- трифазні п'ятипровідні.

Найбільше розповсюдження отримали **трифазні системи передачі електроенергії**, завдяки ряду переваг: економії матеріалів дротів ліній електропередачі, простоти і економічності двигунів і електромашинних генераторів, можливості мати дві різних за величиною напруги (лінійну і фазну). Проте в портативних (переносних) станціях, розрахованих для живлення електроприймачів пересувних робочих місць і окремих електроустановок в аварійних ситуаціях, використовуються, як правило, однофазні системи обмеженої потужності.

Трифазний струм широко використовується в системах промислового і побутового електропостачання. Свого розвитку трифазний струм набув завдяки тому, що дозволяє легко створювати обертове магнітне поле, необхідне для електродвигунів змінного струму. Тридротова лінія електропередач дозволяє передавати втричі більшу потужність, ніж дводротова лінія завдяки більшій рівномірності. Зараз трифазний струм є основним стандартом приєднання побутових споживачів (будинків у містах, вулиць у селах) та не потужних промислових споживачів.

Як спрощений приклад первинного джерела електроенергії розглянемо трифазний електромашинний генератор змінного струму (рис. 4.7). У спрощеному вигляді ротор є постійним магнітом. Під час його обертання в статорі виникає магнітне біжуче поле. Відповідно до закону електромагнітної індукції воно порушує в обмотках 1, 2, 3 змінні ЕДС.

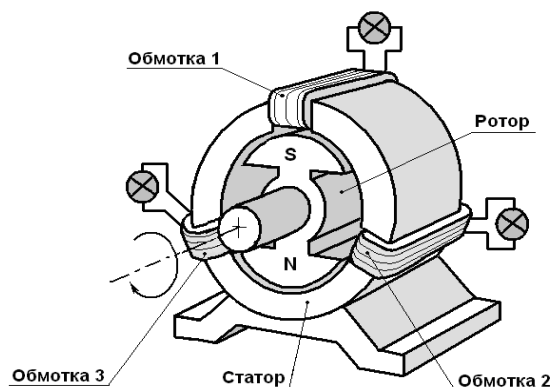


Рисунок 4.7 – Трифазний електромашинний генератор змінного струму (спрощений)

Оскільки обмотки 1, 2, 3 розташовані навкруги однієї осі і зміщені одна

відносно іншої на 120° , то напруги фаз також зміщені на $\frac{2\pi}{3}$ (див. рис. 4.8).

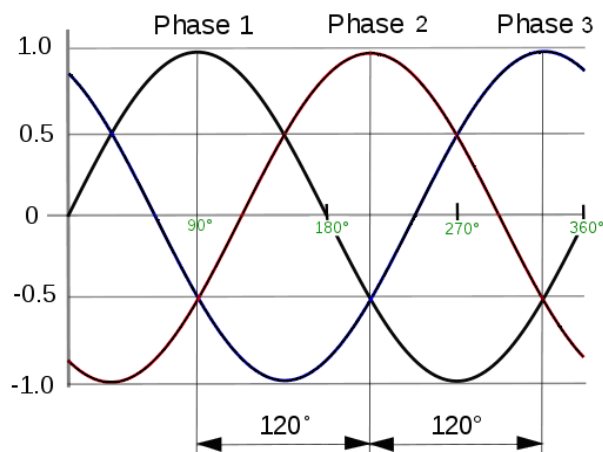


Рисунок 4.8 – Залежність напруг фаз від часу

Загальна точка обмоток генераторів або трансформаторів, що живлять мережу, називається **нейтраллю**. Напруги на вихідних затисках джерела електроенергії, зміряні щодо нейтралі, рівні. **Лінійний (фазний) провідник** – призначений для передачі і розподілення електроенергії провідник, через який в нормальному режимі роботи електроустановки протікає струм навантаження і який не є нейтральним або середнім провідником.

Напруга між нейтраллю (нульовим дротом) і одним із фазних дротів називається **фазною**. Напруга між фазними провідниками (лініями) називається **лінійною** (рис. 4.9). З цього випливає, що лінійна напруга U_L більше фазної напруги U в $\sqrt{3}$ рази, й тому є більш небезпечною: $U_L = \sqrt{3}U$.



Рисунок 4.9 – Фазні та лінійні напруги трифазної електричної мережі

Існують трифазні мережі змінного струму з різними стандартними значеннями лінійних і фазних напруг (220/127 В; 380/220 В; 660/380 і ін.).

Бувають схеми трифазних кіл із нульовим провідником і без нульового

провідника. **Нульовий провідник** – провідник, який здійснює зв'язок між електроприймачами і нейтральною точкою джерела живлення (або є частиною цього зв'язку) і використовується з метою забезпечення нормальної роботи електроприймачів. Нульовий провідник дозволяє отримувати водночас вищу напругу, використовуючи переваги трифазної схеми електропостачання, зберігаючи можливість однофазного під'єднання з меншою напругою. В схемі з нульовим провідником, споживач може з'єднувати навантаження між нульовим провідником і однією з фаз або між двома різними фазами.

Нульовий робочий провідник N (*neutral* – нейтраль) – нульовий провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, призначений для живлення електроприймачів.

Нульовий захисний провідник PE – (*protective earthing* – захисне заземлення) – нульовий провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, призначений для приєднання до відкритих провідних частин з метою забезпечення електробезпеки.

Усі електроустановки до 1000 В і понад 1000 В можуть експлуатуватися в мережах з ізолюваною і заземленою нейтраллями.

Глухозаземлена нейтраль джерела електроенергії – нейтраль генератора або трансформатора в мережах трифазного струму напругою до 1 кВ, що приєднана до заземлюючого пристрою безпосередньо або через малий опір.

Ізолювана нейтраль – нейтраль генератора або трансформатора в мережах трифазного струму напругою до 1 кВ, яка не приєднана до заземлюючого пристрою, або приєднана до нього через прилади сигналізації, вимірювання, захисту і подібні їм пристрої, що мають великий опір.

Залежно від обраного режиму нейтралі в трифазних мережах як захисні засоби застосовуються **системи заземлення типу TN, IT, TT**. Перша з них існує в трьох різних варіантах: TN–C, TN–S, TN–C–S.

Основними документами, які регламентують використання систем заземлення, є ДБН В.2.5–27–2006 і ПУЕ–2015. Вони розроблені відповідно до спеціальних протоколів Міжнародної електротехнічної комісії ІЕС 60364.

Базовий стандарт для електроустановок будівель ІЕС 60364–1 вводить спеціальне кодування розподільних систем щодо способів приєднання терміналів заземлення до заземлювальних електродів. Скорочені назви систем заземлення прийнято позначати сукупністю перших букв французьких слів: «Terre» – земля, «Neuter» – нейтраль, «Isole» – ізолювати, а також англійських: «Combined» – комбінований, «Separated» – розділений. Згідно зі стандартом перша літера коду означає зв'язок енергосистеми із землею:

- *T* – безпосереднє з'єднання однієї точки системи із землею (системи з глухозаземленою нейтраллю);

- *I* – усі активні частини ізольовані від землі або одна точка приєднана до землі через імпеданс.

Друга літера коду означає зв'язок відкритих струмовідних частин із землею:

- *T* – безпосереднє електричне з'єднання відкритих струмовідних частин із землею незалежно від заземлення будь-якої точки енергосистеми;

- *N* – безпосереднє електричне приєднання відкритих струмовідних частин до заземленої точки, причому у системах змінного струму заземленою точкою зазвичай є нейтральна точка.

Наступні літери, якщо вони є, характеризують компоновку нульових провідників: *S* – захисна функція забезпечується нульовим захисним провідником, який відділений від робочого нейтрального провідника; *C* – функції робочого нейтрального та захисного провідників поєднані в одному провіднику.

4.1.4 Умови ураження людини електричним струмом

Схеми з'єднання людини з електричним колом можуть бути різними. Людина може випадково торкатися під час роботи **струмоведучих частин**, які призначені для протікання електричного струму в нормальному режимі роботи електроустановки, чи наближатися до них на небезпечну відстань, або торкатися до **відкритих провідних частин** електроустановки – доступних дотику людини частин електроустановки, що нормально не знаходяться під напругою, але які можуть виявитися під напругою при пошкодженні основної ізоляції. У результаті цих подій через тіло людини починає протікати електричний струм, величина якого (тобто ступінь ураження) пов'язана з умовами й характером дотику.

Однак найбільш характерні випадки ураження людини електрострумом або електричною дугою може відбутися в наступних випадках.

1. При прямому двофазному (однофазному) дотику людини, тобто одночасному дотику до двох (або однієї) фаз електроустановки, що знаходяться під напругою (рис. 4.10). *Прямим дотиком* називається електричний контакт людей або тварин зі струмоведучими частинами, що знаходяться під напругою, або наближення до них на небезпечну відстань.

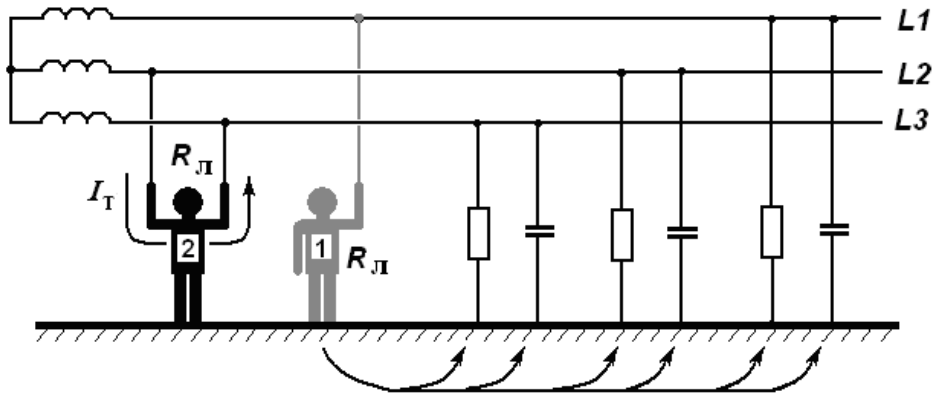


Рисунок 4.10 – Прямий однофазний (1) і двофазний (2) дотик на прикладі трифазної мережі змінного струму з ізольованою нейтраллю

Така небезпечна ситуація може статися через несправність огорожувальних пристроїв електроустановок, помилкові дії персоналу, коли роботи виконуються поблизу або на струмоведучих елементах, а також з помилковою появою напруги на раніше вимкнених електроустановках і ділянках мережі.

Статистика важких і смертельних нещасних випадків показала, що на прямий випадковий дотик у процесі ремонту та огляду електроустановок припадає близько 53% усіх електротравм.

При двофазному дотику людини до струмопровідних частин (рис. 4.10 (2)) сила струму, що проходить через тіло, визначається за формулою:

$$I_{л} = \frac{\sqrt{3}U}{R_{л}}, \quad (4.1)$$

де $I_{л}$ – сила струму, що проходить через тіло людини, А;

U – фазна напруга мережі, В;

$R_{л}$ – опір тіла людини електричному струму, Ом.

З виразу (4.1) видно, що при двофазному дотику струм через тіло людини $I_{л}$ залежить лише від напруги мережі та опору тіла людини, але до тіла людини прикладена лінійна напруга, що смертельно небезпечно. Для більшої наочності визначимо силу струму, що може пройти через тіло людини при двофазному дотику у трифазній мережі з лінійною напругою $U_{л}=380В$:

$$I_{л} = \frac{\sqrt{3}U}{R_{л}} = \frac{380}{1000} = 0,38 \text{ А (380мА)}.$$

Таким чином при двофазному дотику через тіло людини може пройти струм, який перевищує значення порогового фібриляційного струму (табл. 4.1), що призведе до смертельного ураження.

Однак, такі випадки зустрічаються досить рідко і є, зазвичай, наслідками порушення правил техніки безпеки. Згідно з цим у даному розділі у подальшому розглядатимуться тільки випадки однофазного дотику людини до електроустановки або електричної мережі.

2. При непрямому дотику. *Непрямим дотиком* називається електричний контакт людей або тварин з відкритою провідною частиною, яка виявилася під напругою унаслідок пошкодження ізоляції, що зображено на рис. 4.11.

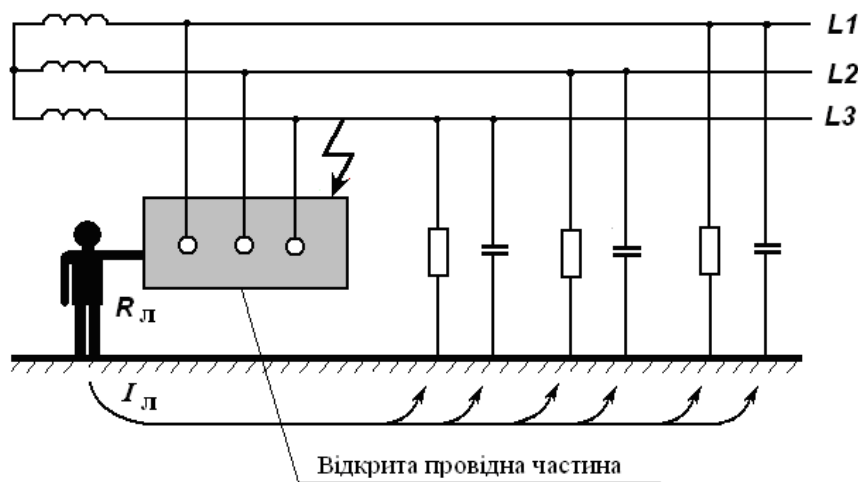


Рисунок 4.11 – Непрямий дотик на прикладі трифазної мережі змінного струму з ізолюваною нейтраллю

3. Включення під напругу кроку, тобто людина опиняється під напругою, що створюється між двома точками ланцюга струму, на яких вона одночасно стоїть.

У всіх вищезазначених випадках при дотику до струмопровідних або струмоведучих частин слід визначити значення напруги дотику і струм, що протікає через тіло людини. Аналіз небезпеки прямого та непрямого дотику у загальному випадку зводиться до аналізу трифазних мереж змінного струму напругою до 1000В з ізолюваною та глухозаземленою нейтраллю, який полягає у визначенні значення струму, який протікає через тіло людини при різних можливих варіантах потрапляння її під напругу, а також до оцінки впливу різних факторів та параметрів мережі на небезпеку ураження.

4.1.5 Розтікання струму при замиканні на землю

У разі обриву проводів повітряних ліній електропередач і їх контакту з землею, пробую кабельних ліній на землю, появи контакту між струмоведучими частинами устаткування і заземленим корпусом, дотику людини, яка стоїть на землі, до струмоведучих частин, земля стає складовою електричної мережі замикання на землю.

Замиканням на землю називається виникнення безпосереднього або через проміжні провідні частини електричного контакту (як правило, випадкового) між провідником, який знаходиться під напругою, і землею. **Неповне замикання** на землю відбувається через значний перехідний опір, порівнянний з опорами справних фаз щодо землі. **Глухе замикання** на землю характеризується малим перехідним опором – усього декілька Ом (наприклад, за наявності заземлення корпусу).

У всіх випадках струм від частин, що знаходяться під напругою, проходить у землю через провідник, що здійснює контакт із ґрунтом. Такий провідник чи група провідників називається **заземлювачем** – це провідна частина або сукупність з'єднаних між собою провідних частин, яка є частиною заземлювального пристрою і перебуває в електричному контакті із землею (безпосередньому або через проміжне провідне середовище). Земля є специфічним провідником електричного струму – неоднорідним і нелінійним – зі змінною площею поперечного перерізу. Тому, під час проходження струму в землю на її поверхні виникає специфічне поле потенціалів, характер якого визначається конструкцією заземлювача, параметрами електричної мережі, властивостями ґрунту тощо.

Щоб визначити ступінь небезпеки ураження людей при замиканні на землю, тобто величину струму, що проходить через людину, яка знаходиться поблизу місця замикання на землю (тобто потрапляє під напругу кроку) або торкається заземленого корпусу електроустаткування, визначимо *закон розподілу потенціалів на поверхні ґрунту* при розтіканні в ньому струму на прикладі напівсферичного заземлювача радіуса r (див. рис. 4.12).

Отже, потенціал φ будь-якої точки, що знаходиться на відстані x від заземлювача, дорівнює

$$\varphi = \frac{I_z \rho}{2\pi x}, \quad (4.2)$$

де I_z – струм замикання на землю, А,

ρ – питомий електричний опір ґрунту ($\rho = const$), Ом·м.

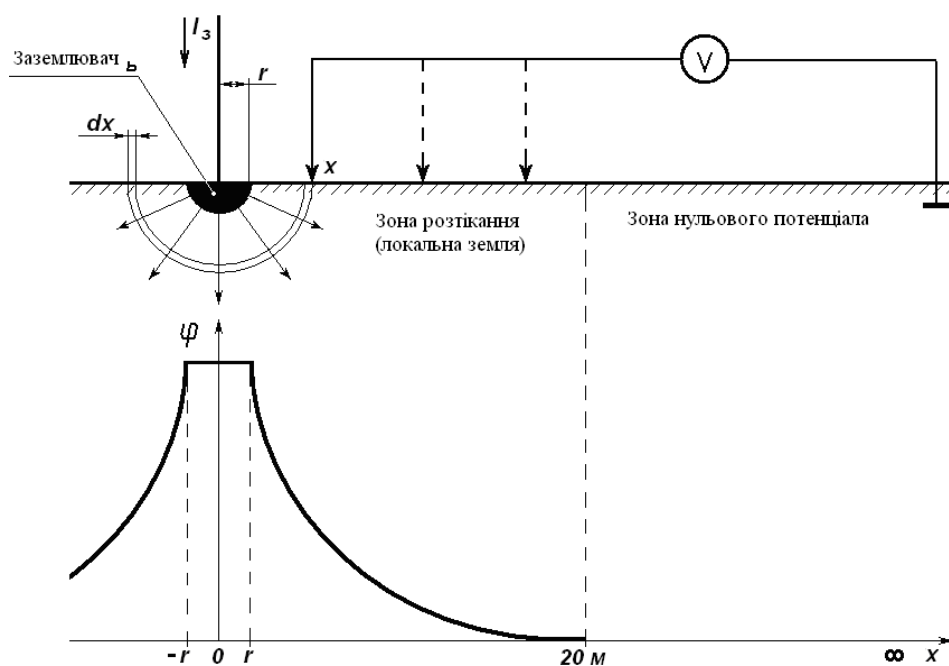


Рисунок 4.12 – Розтікання струму (зверху) і закон розподілу потенціалів (знизу) на поверхні ґрунту

Максимальне значення потенціалу мають точки ґрунту на поверхні заземлювача при $x = r$ (радіус заземлювача):

$$\varphi_{max} = \varphi_3 = \frac{\rho I_3}{2\pi r}.$$

Якщо дорівняти $\frac{I_3 \rho}{2\pi} = const = k$, одержимо рівняння $\varphi = \frac{k}{x}$, тобто

залежність між потенціалом точки ґрунту і відстанню її від центра заземлювача гіперболічна. Це означає, що при видаленні від заземлювача потенціал точок на поверхні ґрунту спадає за гіперболічним законом і теоретично досягне нуля на нескінченно великій відстані. Проте в реальних ґрунтах потенціал досягає нуля вже на відстані 20 м від заземлювача. Ця небезпечна для людини ділянка ґрунту навколо заземлювача й називається **зоною розтікання (локальною землею)** – частина землі, що перебуває в електричному контакті із заземлювачем і зоною нульового потенціалу, електричний потенціал якої не обов'язково рівний нулю.

Зоною нульового потенціалу (еталонною землею) називається провідна частина землі, яка перебуває за межами зони впливу будь-якого заземлювального пристрою, електричний потенціал якої умовно прийнято за нульовий.

Напруга кроку

Якщо людина знаходиться в зоні розтікання струму, на неї може впливати напруга кроку (рис. 4.13). **Напруга кроку** – це напруга між двома точками на поверхні локальної землі, розташованими на відстані кроку (0,8 – 1 м), на яких одночасно стоїть людина.

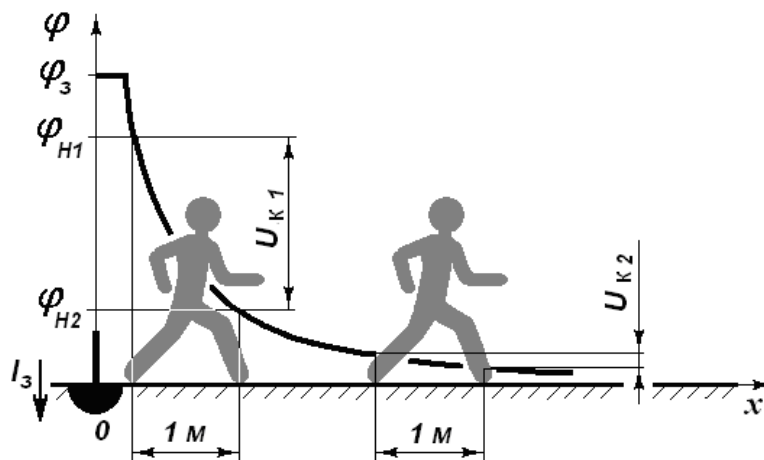


Рисунок 4.13 – Напруга кроку

Знаючи з курсу фізики, що напругою між двома точками електричного ланцюга називається різниця їхніх потенціалів, бачимо на рис. 4.13, як напруга кроку зменшується при видаленні від заземлювача. Пам'ятаючи також про те, що потенціал будь-якої точки на поверхні ґрунту при розтіканні струму від одиночного напівсферичного заземлювача визначається за формулою (4.2) запишемо формулу для напруги кроку U_{κ} як різницю потенціалів φ_A і φ_B між точками A і B , у яких знаходяться ноги людини:

$$U_{\kappa} = U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = \frac{I_3 \rho}{2\pi} \left(\frac{1}{x_a} - \frac{1}{x_b} \right) = \frac{I_3 \rho}{2\pi r} \cdot \frac{ar}{x(x+a)},$$

де r – радіус заземлювача, м,

a – розмір кроку людини, м.

Позначивши

$$\beta = \frac{ra}{x(x+a)}, \quad (4.3)$$

отримаємо напругу кроку

$$U_K = \phi_3 \cdot \beta,$$

де ϕ_3 – потенціал заземлювача,

β – коефіцієнт кроку.

В ході використання заземлювачів інших конструкцій вираз для коефіцієнта напруги кроку відрізнятиметься від виразу (4.3), і залежно від типу конструкції знаходиться за довідковими даними. Але у всіх випадках значення коефіцієнта β знаходиться в межах від 0 до 1.

Важливо знати, що напруга кроку спадає при видаленні від заземлювача. Максимального значення напруга кроку досягає на грані радіуса еквівалентної напівсфери заземлювача й спадає практично до нуля на відстані 20 м від одиночного заземлювача.

Під час проектування і експлуатації заземлювачів необхідно, щоб виконувалася умова нормування напруги кроку $U_K \leq 20$ В згідно з ДСТУ 12.1.038:2008 «Електробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов». У разі наближення або перевищення цього нормативного значення ураження починає відчуватися з нижніх частин ніг та відчуття можуть бути різними: поколювання, сверблячка, судоми м'язів ніг, різкий біль; параліч. Важливо також відмітити, що виходити із зони розтікання потрібно в протилежному напрямі від місця розтікання дрібними кроками (до 40 см), стрибками на одній нозі.

Напруга дотику

Під час роботи з електроустановками, підключеними до спільного заземлювача, і розтікання через нього струму на землю, людина може знаходитися під напругою дотику (див. рис. 4.14). **Напруга дотику** – напруга між двома провідними частинами (одна з яких може бути землею) у разі одночасного електричного дотику до них людини або тварини.

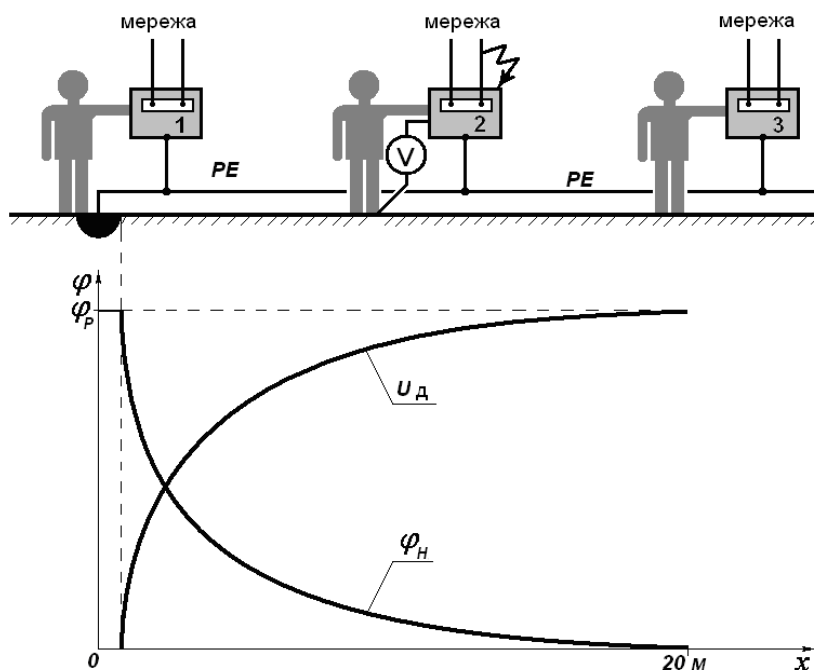


Рисунок 4.14 – Напряга дотику (одна з провідних частин – земля)

Оскільки всі відкриті провідні частини заземлені, вони мають потенціал заземлювача φ_3 , тому рука людини, яка торкається цих частин, також знаходиться під потенціалом заземлювача ($\varphi_P = \varphi_3 = \frac{I_3 \rho}{2\pi x_3}$), а ноги знаходяться під потенціалом землі $\varphi_H = \frac{I_3 \rho}{2\pi x}$. При розтіканні струму через одиночний напівсферичний заземлювач напруга дотику визначається за формулою:

$$U_{\Delta} = \varphi_P - \varphi_H = \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x} \right).$$

Позначимо

$$\alpha = \frac{1}{r} - \frac{1}{x} = 1 - \frac{r}{x} \quad (4.4)$$

та отримаємо напругу дотику:

$$U_{\Delta} = \varphi_3 \cdot \alpha,$$

де α – коефіцієнт дотику.

Для інших типів заземлювачів вираз відрізняється від (4.4) і в кожному випадку визначається за довідковими даними. Проте у всіх випадках коефіцієнт α приймає значення від 0 до 1.

Слід зазначити, що *напруга дотику зростає при видаленні від заземлювача*, що істотно відрізняє дану небезпеку від попередньої напруги кроку.

Згідно з ДСТУ 12.1.038:2008 **нормується напруга дотику** залежно від часу дії на людину. Чим довше протікає струм, тим вище небезпека ураження. Отже, із збільшенням тривалості дії допустима напруга зменшується. Ця залежність лежить в основі вимог, що висуваються до різних технічних засобів захисту від ураження електрострумом (ізоляція, заземлення, автоматичне захисне відключення живлення і ін.).

4.1.6 Аналіз трифазних електричних мереж змінного струму

Величина струму, що протікає через тіло людини при прямому чи непрямому дотику, залежить від напруги мережі, режиму нейтралі, стану ізоляції струмопровідних частин, ємності проводів щодо землі, шляху протікання струму при дотику (двофазний чи однофазний дотик) та інших факторів. Згідно з ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ, небезпечним виробничим чинником, пов'язаним з небезпекою електричного струму, є підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини. На відміну від струму, що протікає через тіло людини, дана величина може бути розрахована або зміряна. Знаючи цю напругу і опір тіла людини, можна завжди розрахувати і оцінити струм, що протікає через нього.

Часто в ході аналізу стану електромережі користуються векторними діаграмами (рис. 4.15), на яких фазні напруги позначені: \vec{U}_1 ; \vec{U}_2 ; \vec{U}_3 . лінійні напруги позначені \vec{U}_L . У нормальному режимі роботи потенціал землі співпадає з потенціалом нейтралі (« \perp » і «0»).

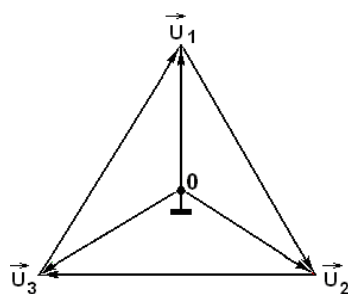


Рисунок 4.15 – Векторна діаграма напруг для трифазної мережі

Під час аналізу мереж вважатимемо, що опір ізоляції фаз однаковий $r_1 = r_2 = r_3 = r$, тоді і значення фазних напруг рівні $U_1 = U_2 = U_3 = U$.

1. Аналіз небезпеки трифазної трипровідної мережі з ізольованою нейтраллю змінного струму напругою до 1000 В.

Почнемо аналіз цієї мережі з неповного замикання на землю, тобто мережа працює в нормальному стані і має місце випадковий прямий дотик людини до струмоведучих частин. На рис. 4.16 показані: електрична схема (а), векторна діаграма до включення людини (б) і векторна діаграма після включення людини у випадку неповного замикання фази на землю.

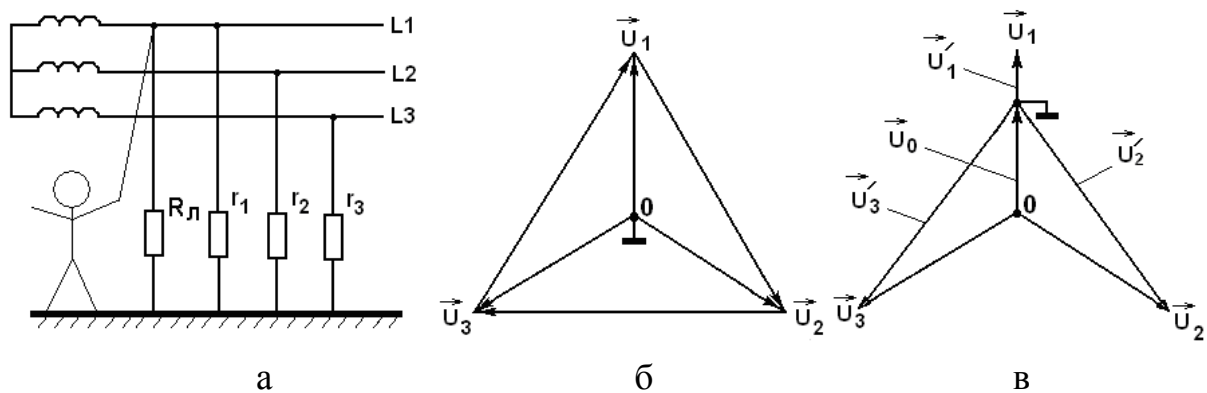


Рисунок 4.16 – Трифазна трипровідна мережа змінного струму з ізольованою нейтраллю при неповному замиканні на землю

Для схеми на рис. 4.16, б, коли мережа справна, векторна діаграма центральна симетрична, потенціал нейтралі (точка «0») співпадає з потенціалом землі (« \perp »), позначимо U_0 – напруга нейтралі щодо землі. Після включення людини (наприклад, при торканні до лінійного провідника 1-ї фази) симетрія порушиться, і опір між цією фазою і землею зміниться. При зменшенні опору між фазним проводом і землею, «земля» на векторній діаграмі зміститься у напрямі вектора даної фази, в даному випадку уздовж вектора \vec{U}_1 (рис. 4.16, в). Напруги фаз щодо землі, відповідно, дорівнюватимуть $U_1'; U_2'; U_3'$. Однофазне замикання на землю не є коротким замиканням, і струми однофазного замикання на землю малі порівняно зі струмами навантаження, а тому є безпечними для системи. Таким чином, струм через тіло людини дорівнюватиме:

$$I_{л} = \frac{U}{R_{л} + \frac{r}{3}}, \quad (4.5)$$

де U – фазна напруга мережі, В,

$R_{л}$ – опір тіла людини електричному струму

r – опір ізоляції фазного (лінійного) провідника, Ом.

У формулі (4.5) має стояти комплексний (повний) опір ізоляції Z , який визначається активним і ємнісним опорами ізоляції фаз щодо землі. Однак, у мережах низької напруги до 1000В, коротких і нерозгалужених, ємністю фаз щодо землі можна нехтувати. Тому комплексний опір ізоляції фази щодо землі слід прийняти рівним активному опору, тобто $Z = r$.

Таким чином, з виразу (4.5) можна зауважити, що на результат ураження людини електрострумом у мережі з ізолюваною нейтраллю у разі неповного замикання на землю впливають: фазна напруга, опір тіла людини і опори ізоляції фаз щодо землі.

Для оцінки отриманого виразу (4.5) підставимо у нього характерні значення напруг (візьмемо максимальне можливе значення напруги як 1000В) і опорів людини (1000 Ом) та ізоляції провідників мережі (500 кОм):

$$I_{л} = \frac{1000}{1000 + \frac{5000000}{3}} = 0,0059 \approx 0,006 \text{ А}$$

і переконаємося, що величина струму через тіло людини не перевищує 6 мА, тобто менше порогового невідпускаючого струму.

Зі всього зазначеного можна зробити висновок, що при неповному замиканні на землю дотик людини до мережі з ізолюваною нейтраллю цілком безпечний при впевненості як ізоляція фазних провідників відносно землі.

Тепер розглянемо випадок, коли трипровідна мережа з ізолюваною нейтраллю змінного струму напругою до 1000 В працює в аварійному режимі, тобто сталося **глухе замикання на землю**, це може відповідати прямому або непрямому дотику. На рис. 4.17 показані електрична схема і векторна діаграма після торкання людини до фази 1 і глухого замикання фази 2 на землю.

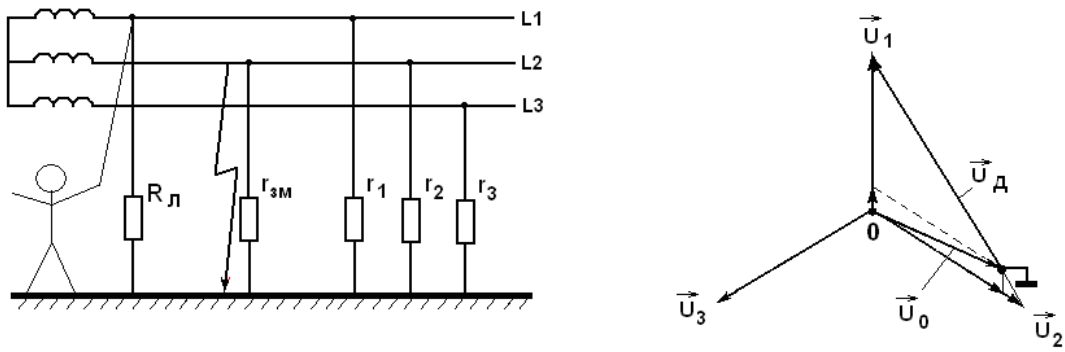


Рисунок 4.17 – Трифазна трипровідна мережа з ізольованою нейтраллю змінного струму при глухому замиканні на землю

Як розглядалося вище, при зменшенні опору між провідником фази і землею, «земля» на векторній діаграмі зміститься у напрямку вектора даної фази. У даному випадку «земля» зміститься одночасно уздовж векторів \vec{U}_1 і \vec{U}_2 . Причому в напрямі \vec{U}_2 цей зсув значно переважає. Це обумовлено тим, що опір замикання фази на землю, як правило, значно менший опору тіла людини ($r_{зМ} \ll R_{л}$). Напряга, прикладена до тіла людини, позначена U_{δ} . Нехтуючи провідністю тіла людини порівняно з провідністю замикання, можна вважати, що $U_{\delta} = \sqrt{3}U$, оскільки при однофазному замиканні на землю напруга на непошкоджених фазах відносно землі збільшується до значення лінійної напруги. Тобто до тіла людини прикладена лінійна напруга. У цьому разі струм через тіло людини дорівнює:

$$I_{л} = \frac{\sqrt{3}U}{R_{л}}. \quad (4.6)$$

Цей вираз співпадає з виразом (4.1) для визначення струму через тіло людини при двофазному дотику, який є смертельно небезпечним.

З виразу (4.6) виходить, що на результат поразки людини електрострумом впливають: лінійна напруга і опір тіла людини. Небезпека для людини підвищується ще тим, що при однофазному замиканні на землю безперебійність електроприймачів не порушується і небезпечну ситуацію можна відразу не помітити.

Згідно з ДБН В.2.5–27–2006, для захисту людини при непрямому дотику (дотику до відкритих провідних частин електроустановки) в мережах низької напруги з ізольованою нейтраллю має застосовуватися система заземлення типу IT. Система IT – (I – ізольована, від англ. *isolated*; T – земля, від лат. *terra*) –

система, в якій нейтраль джерела електроенергії ізольована від землі або заземлена через прилади або пристрої, що мають великий опір, а відкриті провідні частини електроустановки заземлені (рис. 4.18). У цьому випадку захисний заземлюючий провідник позначається так само, як і нульовий захисний провідник, тобто РЕ-провідник.

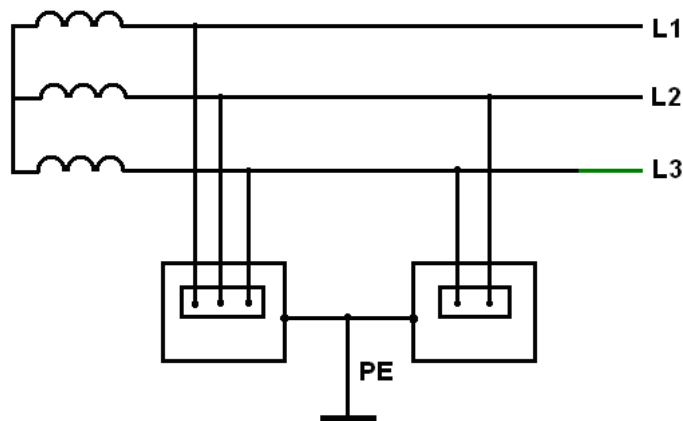


Рисунок 4.18 – Система IT

2. Аналіз небезпеки трифазної чотирипровідної мережі з глухозаземленою нейтраллю змінного струму напругою до 1000 В.

Аналогічно до мережі з ізольованою нейтраллю спочатку розглянемо випадок нормального режиму роботи мережі, тобто **неповне замикання на землю**. На рис. 4.19 показані повна електрична схема мережі (а), векторна діаграма напруг до включення людини (б), і векторна діаграма напруг після дотику людини до проводу 1-ї фази (в).

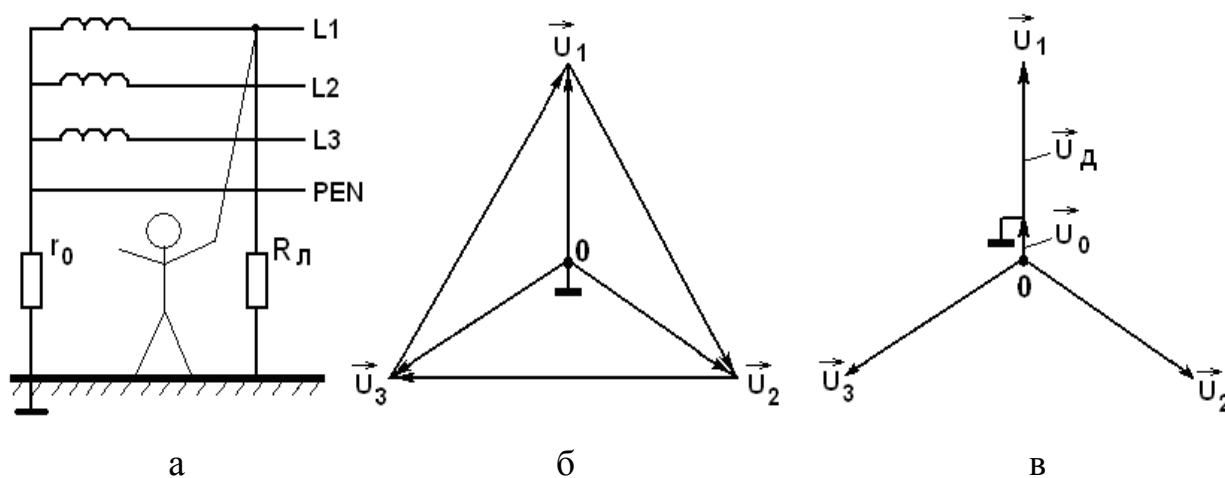


Рисунок 4.19 – Трифазна чотирипровідна мережа з глухозаземленою нейтраллю при неповному замиканні на землю

При дотику людини до дроту 1-ї фази через її тіло потече струм. Напруга 1-ї фази U_1 ділиться між двома резисторами R_L і опором нейтралі мережі r_0 пропорційно їхніх опорам. При зменшенні опору між фазою і землею, «земля» на векторній діаграмі зміститься у напрямі вектора даної фази, у даному випадку – уздовж вектора \vec{U}_1 (рис. 2.19, в). Таким чином, струм, що протікає через тіло людини, дорівнюватиме:

$$I_L = \frac{U_1}{R_L + r_0} \approx \frac{U_1}{R_L}. \quad (4.7)$$

Опором заземлення нейтралі в даному випадку можна знехтувати, оскільки $r_0 \ll R_L$. Згідно з ПУЕ–2011, **максимально допустиме значення опору заземлення нейтралі** r_0 у будь-який період року для мережі з фазною напругою 220 В складає **4 Ом**.

Підставивши у формулу (4.7) реальні числові значення, отримаємо:

$$I_L = \frac{220}{1000} = 0,22 A = 220 \text{ мА}.$$

Отримане значення перевищує пороговий фібриляційний струм. Тобто дана ситуація для людини смертельно небезпечна. Проте фібриляція настає не завжди. Це пояснюється двома причинами:

- протікання струму не завжди доводиться на фазу «Т» кардіоциклу (людина може встигнути розірвати ланцюг до її настання);
- опір тіла людини в реальних ситуаціях часто перевищує 1000 Ом, хоча в теоретичних розрахунках приймається таким.

Тепер розглянемо небезпеку ураження людини при дотику до мережі, яка працює в аварійному стані, тобто у **разі глухого замикання на землю**. На рис. 4.20 показані електрична схема трифазної чотири провідної мережі з глухо заземленою нейтраллю (а) і векторна діаграма напруг після торкання людини до дроту 1-ї фази і глухого замикання фази 2 на землю (б) (тобто фаза з'єднана із землею через порівняно малий опір замикання r_{3M}).

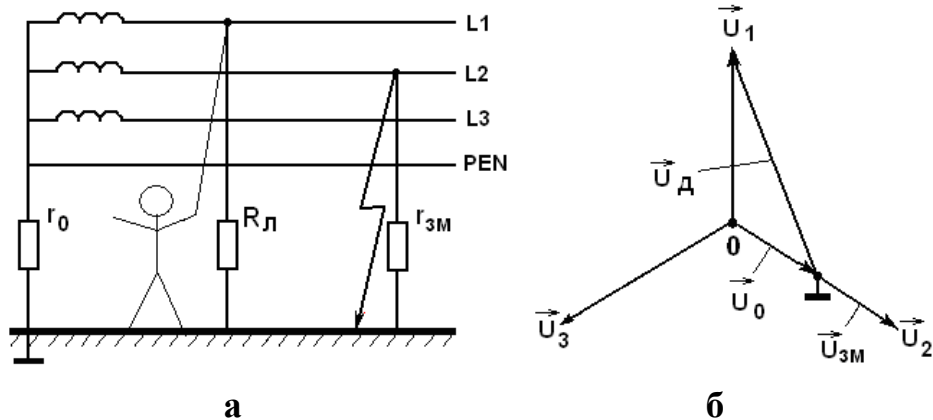


Рисунок 4.20 – Трифазна чотирипровідна мережа з глухо заземленою нейтраллю при глухому замиканні на землю

Струм замикання I_{3M} (фази 2) протікає через фазний провідник, опір замикання r_{3M} , землю, опір заземлення нейтралі r_0 , нейтраль і обмотку трансформатора, яка є джерелом напруги в даному ланцюзі. Напруга фази 2 ділиться на дві величини пропорційно опорам r_{3M} і r_0 . Напруга дотику може бути розрахована за такою формулою:

$$U_{\partial} = \sqrt{U_1^2 + U_0^2 + U_1 U_0}.$$

У випадку $r_{3M} = 0$ ($U_{3M} = 0$), отримаємо $U_0 = U_2$ і напруга дотику дорівнюватиме лінійній напрузі $U_{\partial} = \sqrt{3}U_1 = U_L$. У разі $r_0 = 0$, отримаємо $U_0 = I_{3M}r_0 = 0$ і людина виявиться під фазною напругою $U_{\partial} = U_1 = U$. Насправді опори r_{3M} і r_0 ніколи не дорівнюють нулю, тому реальне значення напруги дотику більше фазного, але менше лінійного значення:

$$U < U_{PP} < U_L. \quad (4.8)$$

На підставі проаналізованого вище та виразу (4.8) можна зробити такі висновки:

– струм через тіло людини не залежить від ємностей фаз і струмів витоку фаз на землю (за умови, що їх комплексні опори набагато більше опору заземлення);

– при торканні людини до фази в аварійному режимі вона виявляється під меншою напругою, ніж у мережі з ізольованою нейтраллю.

Згідно з ПУЕ–2015 і ДБН В.2.5–27–2006 у досліджуваній мережі використовується система заземлення типу TN для захисту людини від небезпеки ураження електричним струмом у разі непрямого дотику до електричної мережі. Система TN (Т – земля, від *terra*; N – нейтраль від англ. *neutral*) – система, в якій одна з точок джерела живлення глухо заземлена, а відкриті провідні частини електроустановки приєднані до неї за допомогою нульових захисних провідників. Головною характерною ознакою систем з глухозаземленою нейтраллю є те, що будь-яке однофазне замикання на землю є обов’язково коротким замиканням, яке супроводжується значним зростанням струму, а тому має обов’язково призвести до відключення пошкодженої ділянки завдяки спрацюванню пристроїв захисту. Саме з’єднання відкритих провідних частин із захисним PE–(PEN–) провідником забезпечує вирівнювання їх потенціалів, зниження напруги дотику і можливість спрацювання захисного автоматичного відключення живлення при надструмі.

Розглянемо різновиди і схеми електричних систем заземлення типу TN.

Система TN–С – система TN (Т – *terra* – земля; N – *neutral* – нейтраль; С – *combine* – об’єднувати), в якій нульовий захисний (PE) і нульовий робочий (N) провідники суміщені в одному провіднику на усьому проміжку (рис. 4.21). При цьому суміщений нульовий і робочий провідник позначається символом PEN.

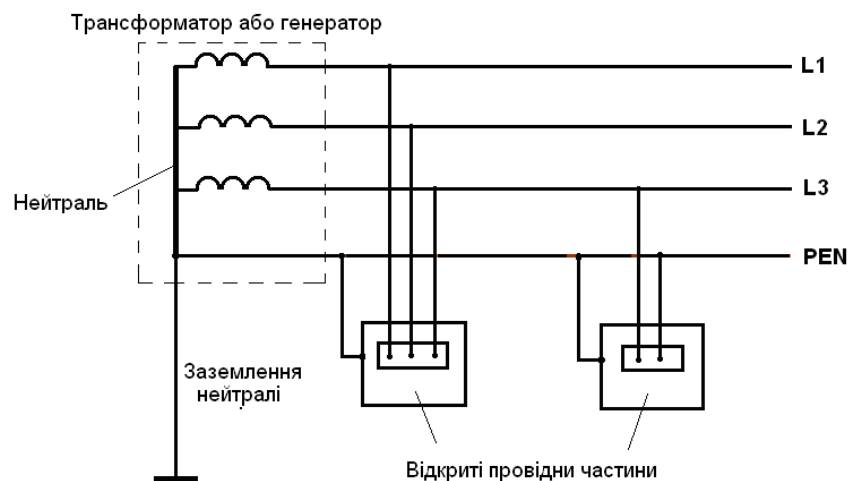


Рисунок 4.21 – Система TN–С

Система TN–S – система TN (Т – земля, від *terra*; N – нейтраль від англ. *neutral*; S – розділення від англ. *separate*), у якій нульовий захисний і нульовий робочий провідники розділені на усьому проміжку (рис. 4.22).

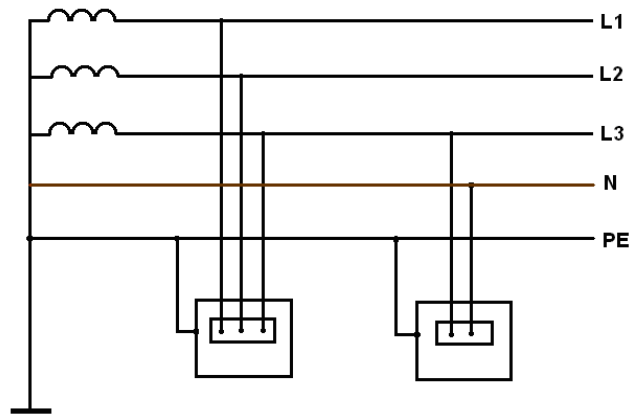


Рисунок 4.22 – Система TN-S

Система TN-C-S – система TN, у якій функції нульового захисного і нульового робочого провідників суміщені в одному провіднику в якійсь її частині, починаючи від джерела електроенергії (рис. 4.23).

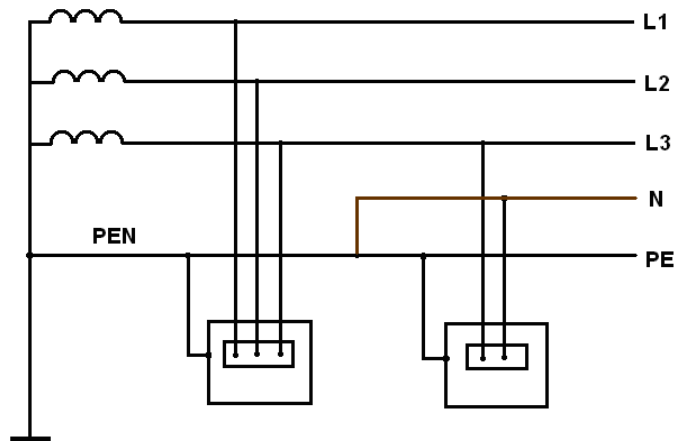


Рисунок 4.23 – Система TN-C-S

В ході створення підприємств, впровадження нових технологічних процесів постає питання про те, яку електромережу краще використовувати, виходячи з проведеного аналізу. Зараз використовують два найпоширеніших види трифазних електромереж: трипровідну мережу з ізольованою нейтраллю (з системою заземлення IT) і чотирипровідну (п'ятипровідну) мережу з глухо-заземленою нейтраллю (з системою заземлення TN). Під час вибору мережі та режиму нейтралі для мереж низької напруги виходять з технологічних міркувань і міркувань безпеки. У мережах напругою вище 1000 В головними критеріями для вибору режиму нейтралі є безперебійність електропостачання, економічність і надійність роботи електроустановок.

З погляду *технологічних міркувань* найзручнішою є трифазна мережа з

глухозаземленою нейтраллю, оскільки вона дає споживачу два види напруги: фазну і лінійну. Зазвичай потужне технологічне устаткування підключають на лінійну (більш високу) напругу. Менш потужне устаткування, електроприлади, електрифікований інструмент включають на фазну напругу. З цього погляду трифазна трипровідна мережа з ізольованою нейтраллю є менш зручною, оскільки дає споживачу лише лінійну напругу.

З міркувань безпеки оцінимо значення струмів, що протікають через тіло людини в обох видах мереж. Обидві мережі розглянемо в двох режимах: нормальному і аварійному.

Як наголошувалося раніше, безпека людини при нормальному стані мережі в трифазній трипровідній мережі з ізольованою нейтраллю визначається головним чином станом її ізоляції, згідно з формулою (4.5), і є досить високою. У трифазній чотирипровідній мережі з глухозаземленою нейтраллю безпека людини меншою мірою залежить від стану ізоляції, згідно з виразом (4.7), та людина опиняється під фазною напругою.

Безпека людини при прямому або непрямому дотику до трифазних мереж, які працюють в аварійному стані, у разі мережі з ізольованою нейтраллю визначається виразом (4.6), який свідчить про смертельну небезпеку для людини (людина опиняється під лінійною напругою); у разі ж мережі з глухозаземленою нейтраллю безпека людини визначається виразом (4.8) та напруга, прикладена до тіла людини, є меншою за лінійну, крім того у трифазних мережах з заземленою нейтраллю замикання призводить до однофазного короткого замикання і швидкого спрацювання автомату захисту.

Таким чином, порівнюючи струми через тіло людини для мереж в однакових режимах, приходимо до висновку, що в нормальному режимі, коли мережі справні, більш безпечна трифазна трипровідна мережа з ізольованою нейтраллю. В аварійному режимі більш безпечна трифазна чотирипровідна мережа з глухозаземленою нейтраллю.

Виникла суперечність. Для її подолання розглядають умови, в яких передбачається використовувати мережу. Рішення ухвалюють на користь тієї мережі, яка виявиться більш безпечною в конкретних умовах.

Трифазну трипровідникову мережу з ізольованою нейтраллю застосовують у тих випадках, коли високий активний і ємнісний опір провідників щодо землі може бути забезпечений у будь-який час її експлуатації. Це можливо, якщо:

- мережа має невелику довжину і є нерозгалуженою;
- мережа постійно доступна на всьому проміжку для візуального огляду з

метою виявлення дефектів ізоляції. Тому в системах з ізольованою нейтраллю необхідно передбачувати встановлення пристроїв контролю ізоляції і спеціальні сигнальні або захисні пристрої, що потребує окремих фінансових затрат.

В інших випадках, коли високий активний і ємнісний опір провідників щодо землі не може бути забезпечений у будь-який час експлуатації мережі, а в деяких випадках буде явно низьким, застосовують **трифазну мережу змінного струму з глухозаземленою нейтраллю**. Зазвичай так поступають при виборі мереж для стаціонарних об'єктів (будівель і споруд), що мають безліч поверхів і приміщень. У цих випадках активний опір ізоляції і, особливо, ємнісний опір провідників щодо землі буде низьким. Проводка прихована під штукатуркою, через що її візуальний огляд неможливий. У мережах з глухо заземленою нейтраллю значно полегшуються умови роботи ізоляції в разі однофазних замиканнях на землю, що дає можливість зниження рівня ізоляції або підвищення надійності роботи завдяки більшому запасу міцності ізоляції.

4.1.7 Технічні заходи і засоби безпечної експлуатації електроустановок

Способи і засоби, що використовують для забезпечення безпеки людини під час роботи з електроустановками, використовуються залежно від умов дотику до струмоведучої частини. Глибоке розуміння умов дотику і ступеня небезпеки ураження в кожному випадку дозволить обрати необхідну комбінацію способів і засобів захисту. Треба розуміти, що **захист від прямого дотику** запобігає ураженню електричним струмом за відсутності пошкодження ізоляції провідників, проте **захист у разі непрямого дотику** – у випадку одиничного пошкодження.

До захисту людини від прямого дотику належать:

- основна ізоляція струмоведучих частин;
- бар'єри, огорожі і оболонки;
- розміщення поза зоною досяжності;
- захисне автоматичне відключення живлення, що спрацьовує від диференціального струму (ПЗВ). Використовується як додаткова міра.

До захисту від непрямого дотику належать:

- подвійна (посилена) ізоляція;
- використання наднизької напруги;
- електричне розділення мереж.
- системи заземлення IT і TN (захисне автоматичне відключення

живлення, що спрацьовує від надструму).

Розглянемо всі вищеперелічені засоби докладніше.

Електрична ізоляція мереж

У попередніх розділах неодноразово наголошувалася важливість якості ізоляції мережі, тобто **електричної ізоляції** струмоведучих провідників або частин електроустаткування, тобто шару діелектрика або конструкції, виконаної з діелектрика, яким вкривається поверхня струмоведучих частин, або яким струмоведучі частини відділяються одна від одної. Ізоляція запобігає протіканню струмів через неї завдяки великому опору.

Стан ізоляції характеризується її електричною міцністю, діелектричними втратами та електричним опором. Вибір діелектриків для ізоляції залежить від умов її експлуатації. Наприклад, для ізоляції електричних машин (генераторів, двигунів) велике значення має нагрівостійкість, у цьому випадку ізоляцію найчастіше виготовляють зі слюди. Для ізоляції повітряних ліній електропередачі особливо важливі вологостійкість і механічна міцність, тому найбільш відповідні матеріали – фарфор і скло. У трансформаторах, електричних конденсаторах і кабелях застосовують комбіновану ізоляцію, що складається з мінерального масла і просоченої ним целюлози (паперу, електрокартону, пресшпану).

Ізоляція в електроустановках до 1000 В поділяється на наступні види.

Основна (робоча) ізоляція є шаром діелектрика, який покриває струмоведучі частини.

Додаткова ізоляція – самостійна ізоляція, призначена для забезпечення захисту у разі пошкодження основної ізоляції. Звичайно нею покривають відкриті провідні частини, захищаючи людину від непрямого дотику.

Подвійною ізоляцією називається сукупність основної і додаткової ізоляції. Вона забезпечує більш надійний захист і може бути використана в будь-яких електроустановках, устаткуванні і електрифікованому інструменті, наприклад, електричний дріль у пластмасовому корпусі, мультиметр, монітор, клавіатура і «мишка» комп'ютера та ін.

Поліпшена робоча ізоляція, що забезпечує такий самий ступінь захисту, як і подвійна, називається **посиленою ізоляцією**.

З метою забезпечення надійної роботи ізоляції здійснюються профілактичні заходи задля запобігання погіршення якості ізоляції, що може бути викликано різними причинами:

– механічними пошкодженнями випадкового характеру;

– старінням матеріалу, яке крім часу може бути у результаті впливу різних включень, що проникають у пори і тріщини діелектрику (пил, волога, пари кислот, лугів і т.ін.).

Протягом часу виникають місцеві дефекти, в зв'язку з чим опір ізоляції починає різко знижуватися, а струм втрат – зростати. В місці дефекту з'являються часткові розряди, ізоляція вигорає. Відбувається так званий пробій ізоляції, внаслідок чого виникає коротке замикання, яке може призвести до пожежі або до ураження струмом. З метою запобігання цього здійснюється періодичний і безперервний контроль ізоляції, який полягає у вимірі її активного опору з метою виявлення дефектів.

Періодичний контроль ізоляції передбачає вимірювання активного опору ізоляції у встановлені ПУЕ–2015 терміни, а також при виявленні дефектів. Також проводяться приймально-здавальні випробування у разі введення в експлуатацію електроустановок, у тому числі після ремонту. Вимірювання опору ізоляції здійснюється на вимкненій електроустановці за допомогою **мегомметра**. За допомогою даного методу є можливість отримання числового значення опору ізоляції, але є складність, пов'язана з необхідністю відключення ділянки мережі або устаткування, а також низька точність, викликана вимірюванням на низькій напрузі.

Безперервний контроль проводиться в процесі експлуатації електроустановок. Він здійснюється **методом «трьох вольтметрів»**, що дозволяє побудувати векторну діаграму напруг, яка відповідає показанням вольтметрів. За нею можна лише якісно судити про зміни ізоляції мережі, тобто про те, які фазні провідники пошкоджені і яка з фаз пошкоджена більшою мірою. Такі зміни зазвичай відбуваються при аваріях і носять випадковий характер. Метод «трьох вольтметрів» також не дозволяє оцінювати одночасну зміну опору ізоляції фаз унаслідок старіння її матеріалу, яке виявляється поступово і носить систематичний характер.

Згідно з «Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів», **мінімально допустимий опір ізоляції** в мережах з напругою до 1000 В складає **0,5 МОм**.

Бар'єри, огорожі й оболонки

Бар'єр – частина електроустановки, яка перешкоджає ненавмисному прямому дотику, але не перешкоджає умисному прямому дотику. Бар'єри мають захищати від випадкового дотику до струмоведучих частин в електроустановках напругою до 1 кВ або наближення на небезпечну відстань в

електроустановках напругою понад 1 кВ. Бар'єри виготовляють з ізоляційного матеріалу. Для зняття бар'єрів не потрібно застосовувати ключ або інструмент, але їх потрібно закріплювати так, щоб неможливо було усунути ненавмисно.

Огорожа – частина електроустановки, яка забезпечує захист від прямого дотику з боку можливого доступу.

Оболонка – огорожа внутрішніх частин устаткування, яка перешкоджає доступу до струмоведучих частин з якого-небудь напрямку (рис. 4.24).



Рисунок 4.24 – Оболонки

Огорожі та оболонки мають забезпечувати захист від проникнення у середину пальців чи предметів завдовжки більш як 80 мм або твердих тіл розміром більш як 12 мм. Вхід за огорожу або розкриття оболонки мають бути можливими тільки за допомогою спеціального ключа чи інструменту. Огорожі виконують суцільними (в електроустановках напругою до 1 кВ) або сітчастими (в електроустановках напругою до і понад 1 кВ). Огорожі і оболонки розміщують на певних відстанях від струмоведучих частин у залежності від напруги (згідно з ПУЕ).

Розміщення поза зоною досяжності

Розміщення струмоведучих частин поза зоною досяжності може застосовуватися за неможливістю застосування інших засобів.

Зона досяжності – зона, яку людина може досягти голою рукою (без інструменту або пристосувань) у будь-якому напрямку з місць звичайного перебування.

Розміщення струмоведучих частин на недосяжній висоті чи у недоступному місці стосується проводів повітряної лінії чи шин та обладнання на підстанціях. Висота розміщення проводів залежить від напруги лінії та місцевості, якою вона проходить. Наприклад, висота розміщення проводів напругою до 110 кВ включно у населеній місцевості має бути не менш як 7 м над місцевістю (землею). Розміщення струмоведучих частин у недосяжному місці стосується також кабельних ліній, їх прокладають у землі у траншеях чи спорудах на глибині більш як 0,6 м або проводів у приміщенні, їх прокладають під шаром штукатурки або під підлогою.

Захисне автоматичне відключення живлення

Цей засіб може здійснюватися пристроями двох типів:

– пристроями, що спрацьовують від **надструму** – струм, значення якого перевищує найбільше робоче (розрахункове) значення струму електричного кола. Застосовуються для захисту від непрямого дотику. Принцип роботи цього засобу захисту буде розглянуто у рамках системи заземлення TN, основним компонентом якої він є;

– пристроями, що спрацьовують від диференційних струмів (ПЗВ – пристрій захисного відключення). Можуть застосовуватися для захисту від прямого і непрямого дотику, згідно з ПУЕ–2015 і ДБН В.2.5–27–2006, у системах TN, IT і TT за винятком системи TN–С. **Диференційним струмом** називається векторна сума струмів, які одночасно проходять через пристрій.

ПЗВ – це швидкодіючий захист, що реагує на замикання фази на корпус, на землю, на дотик людини. Робота ПЗВ заснована на роботі трансформатора струму з трьома обмотками. З появою диференційного струму в сердечнику з'являється магнітний потік і електромеханічне реле струму відключає живлення за допомогою контактної групи. Для надійного захисту людини від ураження електрострумом найближче до устаткування ПЗВ має спрацьовувати *при диференціальному струмі не більше 30 мА*.

Максимально допустимий час спрацьовування ПЗВ у ланцюгах з робочими струмами до 32 А і напругою між лінійним провідником і землею 220 В складає 0,4 с (при змінній напрузі) і 5 с (при постійній напрузі).

Існують стандартні ПЗВ, призначені для трифазного і однофазного електроустаткування. На рис. 4.25, а показана функціональна схема ПЗВ і його зовнішній вигляд (рис. 4.25, б).

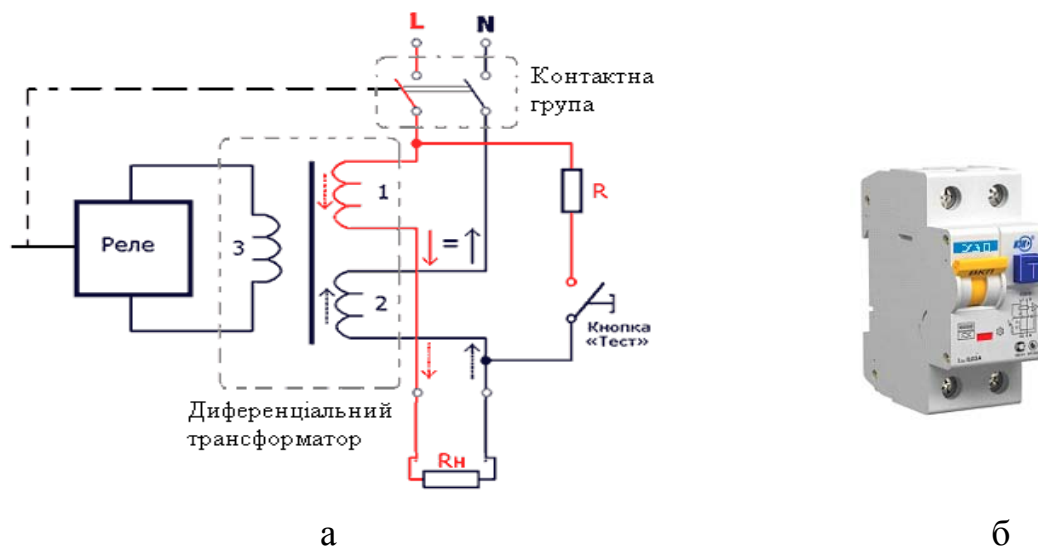


Рисунок 4.25 – Схема (а) і зовнішній вигляд (б) ПЗВ

Наднизька напруга

Під час роботи з переносним електричним інструментом, з переносними світильниками при пошкодженні ізоляції та з появою напруги на корпусі підвищується небезпека ураження струмом. У таких випадках застосовуються **наднизькі напруги** – напруги між будь-якими провідниками або провідником і землею, яка **не перевищує 50 В** змінного струму і **120 В** – постійного. При напрузі до 50 В струм, який проходить через тіло людини, безпечний.

Використання наднизької напруги дозволяє зменшити небезпеку ураження електричним струмом, однак повну безпеку не гарантує, особливо у разі двофазного дотику. Тому разом з наднизькими напругами необхідно застосовувати й інші заходи захисту.

Наднизька напруга забезпечується шляхом застосування низьковольтного устаткування, підключеного до мережі через знижуючий трансформатор (рис. 4.26), акумулятори, перетворювачі, випрямлячі, батареї гальванічних елементів. З метою виключення переходу високої напруги на низьку напругу при пробі ізоляції між обмотками знижуючого трансформатора розташовують заземлений екран. Застосування автотрансформаторів або реостатів для отримання малих напруг заборонено, оскільки споживач енергії електрично пов'язаний з мережею високої напруги.

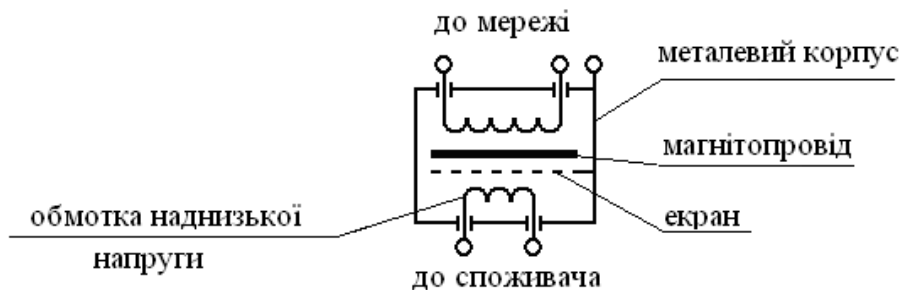


Рисунок 4.26 – Схема знижуючого трансформатора для однофазного електрообладнання

Захисне розділення мережі

Розгалужені мережі великої протяжності мають значні ємності відносно землі і порівняно невеликі опори ізоляції. Дотик людини до струмоведучих частин у цих мережах небезпечний внаслідок того, що вона може опинитися під дією напруги, близької до фазної. Електричне розділення мережі дозволяє значно знизити небезпеку ураження завдяки зменшенню її ємкісної і активної провідності.

Захисне розділення мережі є розподілом електромережі великої

протяжності на короткі ділянки, сполучені між собою розділовими трансформаторами. Захисна дія заснована на тому, що електроустаткування електрично відокремлено від первинної мережі. Внаслідок цього при пробі ізоляції на відкриті провідну частину небезпеки для людини не виникає.

Захисне розділення мережі здійснюється за допомогою розділових трансформаторів (рис. 4.27). На схемі зображено дві одиниці електроустаткування. Невелика частина мережі разом з електроустаткуванням 2 відокремлена від основної мережі за допомогою розділового трансформатора. В основній частині мережі є великі ємності між фазними проводами і землею унаслідок їхньої великої протяжності і розгалуженості. У разі непрямого дотику до відкритої провідної частини 1 виникають високі струми через тіло людини. У разі непрямого дотику до відкритої провідної частини 2 струми через людину значно менші, оскільки ємності дротів щодо землі значно нижче унаслідок їхньої незначної протяжності.

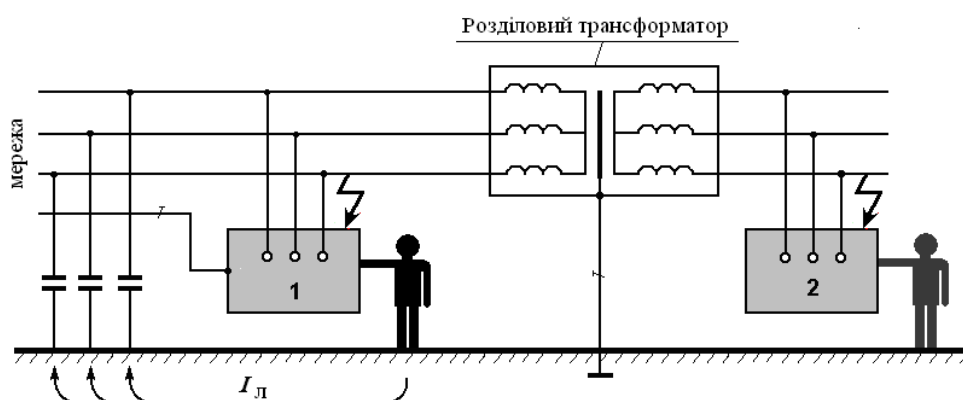


Рисунок 4.27 – Схема захисного розділення мережі для трифазного електрообладнання

Область застосування захисного розділення мереж – електроустановки напругою до 1000 В, експлуатація яких пов'язана з підвищеними вимогами електробезпеки (пересувні електроустановки, ручний електроінструмент і т.ін.).

Системи заземлення

Різні системи заземлення припускають особливості пристрою нейтрального провідника і з'єднання із землею струмоведучих частин джерела живлення і відкритих провідних частин в електроустановках до 1000 В. У даному курсі розглядаються типи систем заземлення IT і TN.

1. Система заземлення TN. Як вже було зазначено, система заземлення TN використовується у трифазній мережі з глухозаземленою нейтраллю змін-

ного струму напругою до 1000В для забезпечення її безпечної експлуатації, згідно з ДБН В.2.5–27–2006 і ПУЕ–2015. З метою захисту також можуть використовуватися решта заходів, приведених у даному розділі, за винятком пристроїв захисного автоматичного відключення живлення, що спрацьовують від диференціального струму (ПЗВ). В системах TN–С використання їх заборонено ПУЕ–2015. Зараз випускається безліч пристроїв автоматичного відключення живлення комбінованої дії, що поєднують в собі одночасно функції ПЗВ і автоматичного вимикача, що спрацьовує від надструму.

Розглянемо принцип дії цього засобу захисту на прикладі системи заземлення TN–С. На рис. 4.28 показана схема підключення електроустаткування до мережі з системою заземлення TN–С.

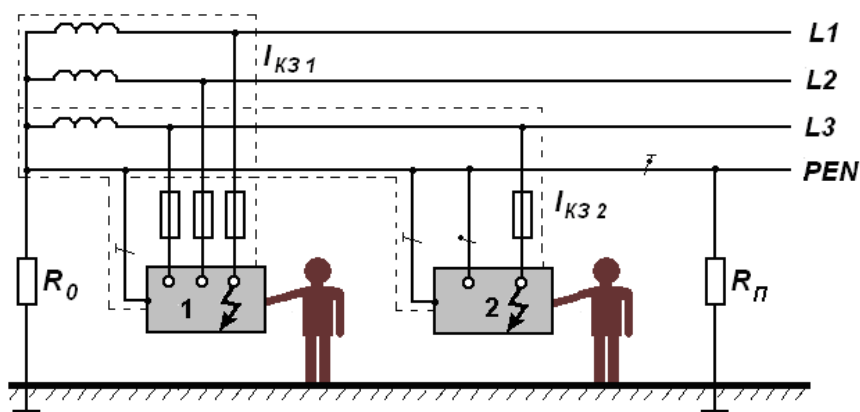


Рисунок 4.28 – Схема підключення електроустаткування

Принцип дії системи заземлення TN полягає в тому, що вона при пробі ізоляції перетворює випадкове замикання на відкриті провідні частини в однофазне коротке замикання, при цьому в ланцюзі «фаза–нуль» виникає надструм, який призводить до дії пристрій захисного автоматичного відключення живлення.

Надструм $I_{кз}$, який виникає у мережі, визначається фазною напругою і повним опором петлі «фаза–нуль»:

$$I_{кз} = \frac{U_L}{Z_L + Z_{PEN} + \frac{Z_{TP}}{3}},$$

де U_L – фазна напруга, Z_L , Z_{PEN} , $\frac{Z_{TP}}{3}$ – повні опори, відповідно, фазного провідника, PEN–провідника і обмотки трансформатора джерела.

Як захисні пристрої можуть використовуватися плавкі запобіжники або автоматичні вимикачі. Для надійного і своєчасного відключення аварійної ділянки необхідно, щоб *струм короткого замикання значно перевершував струм уставки* автоматичного вимикача або номінальний струм плавкого запобіжника

$$kI_H \leq I_{K3},$$

де I_H – номінальний струм спрацьовування автомату захисту, k – коефіцієнт кратності струму. В електроустановках до 1000 В його значення має бути не менше:

3 – для плавких запобіжників або автоматів із зворотною залежною від струму характеристикою;

4 – при захисті запобіжниками або автоматами із зворотною залежною від струму характеристикою у вибухонебезпечних установках;

1,4 – для автоматів з електромагнітним розчіплювачем і номінальною силою струму до 100 А;

1,25 – для автоматів з електромагнітним розчіплювачем і номінальною силою струму більше 100 А.

Згідно з ДБН В.2.5–27–2006, **максимально допустимий час спрацьовування** захисного пристрою в ланцюгах з робочими струмами до 32 А і напругою між лінійним провідником і землею 220 В складає 0,4 с при змінному струмі і 5 с при постійному струмі.

Для своєчасного відключення живлення у разі пошкодження ізоляції має бути забезпечена безперервність PEN– (PE–) провідника. Всі з'єднання PEN– (PE–) провідника мають бути зварними, а приєднання до відкритих провідних частин допускається болтове. Також у ланцюг PEN– (PE–) провідника забороняється встановлювати запобіжники, автомати відключення, вимикачі й інші комутаційні пристрої. Тому що у разі обриву PEN– (PE–) провідника порушується ланцюг «фаза–нуль» і немає можливості відключення пошкодженої ділянки мережі. З метою зменшення ризику ураження електрострумом застосовують **багаторазове повторне заземлення PEN– (PE)– провідника**.

При обриві PEN–провідника під напругою залишаються лише ті частини, які знаходяться за місцем обриву, ця ситуація смертельно небезпечна, тому що напруга дотику до них постійна і наближається до значення фазної напруги. На рис. 4.29 показаний непрямий дотик до відкритих провідних частин 1 і 2 при

короткому замиканні фазного провідника L3 на відкриту провідну частину 2 в мережі без повторного заземлення PEN-провідника.

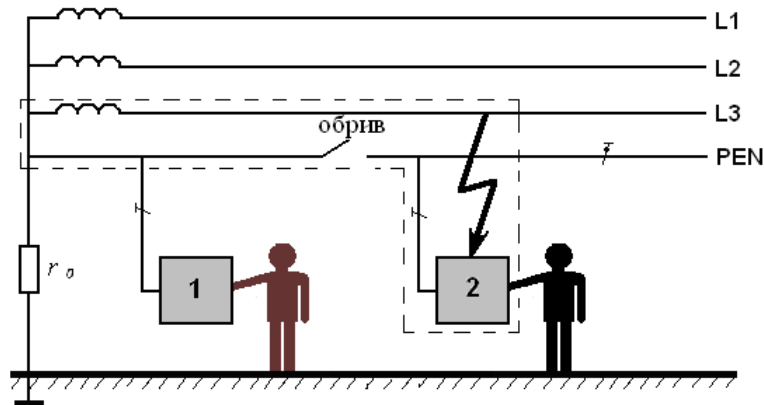


Рисунок 4.29 – Трифазна чотирипровідна мережа змінного струму з глухозаземленою нейтраллю без повторного заземлення PEN-провідника

Наявність ж повторного заземлення PEN-провідника $R_{п}$ зменшує напругу дотику (між корпусом і землею). На рис. 4.30 показано коротке замикання фазного провідника L3 на відкриту провідну частину 2 в мережі з повторним заземленням PEN-провідника. У разі обриву PEN-провідника його повторне заземлення виконує роль захисного заземлення, істотно знижуючи небезпеку ураження.

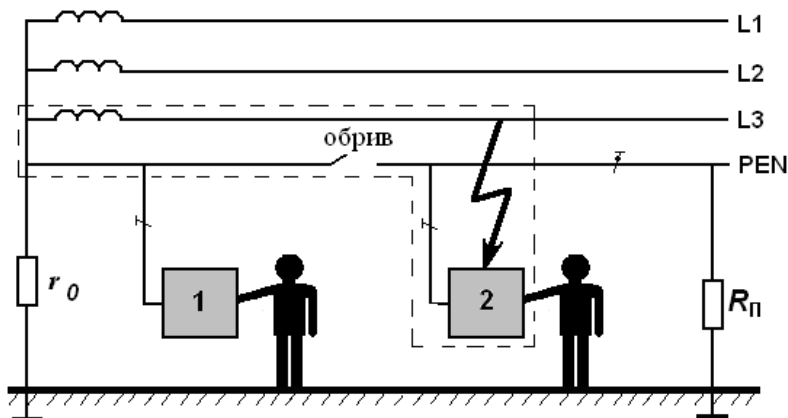


Рисунок 4.30 – Трифазна чотирипровідна мережа змінного струму з глухозаземленою нейтраллю і повторним заземленням PEN-провідника

Відповідно до ПУЕ під час виконання повторного заземлення слід виконувати **такі вимоги**:

1) повторне заземлення нульового проводу виконується на входах у будинки, а також на кінцях повітряних ліній електропередач і відгалужень

довжиною більш 200 м;

2) при розміщенні електроустановок поза будинками відстань від електроустановки до найближчого повторного заземлювача має бути не більш 100 м;

3) згідно з ПУЕ–2015, максимально допустимі значення опору повторного заземлення PEN– (PE–) провідника у будь-який період року складають не більше:

- 5 Ом при напрузі мережі 660/380 В;
- 10 Ом при напрузі мережі 380/220 В;
- 20 Ом при напрузі мережі 220/127 В;

При цьому опір кожного з повторних заземлень не має перевищувати 15, 30, 60 Ом відповідно.

2. Система заземлення ІТ. Як вже було зазначено, система заземлення ІТ використовується у трифазній трипровідній мережі з ізолюваною нейтраллю змінного струму напругою до 1000В для забезпечення її безпечної експлуатації, згідно з ДБН В.2.5–27–2006 і ПУЕ–2015. Іншими словами, у мережі з ізолюваною нейтраллю використовується **захисне заземлення** – заземлення, що виконується з метою забезпечення електробезпеки.

З метою захисту також можуть використовуватися решта заходів, розглянутих у цьому розділі, за винятком пристроїв захисного автоматичного відключення живлення, що спрацьовують від надструму. В системі ІТ струми, що замикаються через землю, унаслідок її високого опору можуть виявитися недостатніми для спрацьовування цих пристроїв.

При торканні людини до незаземленої відкритої провідної частини, на яку замикається фаза унаслідок пробією ізоляції, вона може знаходитися під високою напругою дотику. Величина цієї напруги залежить від фазної напруги, опору ізоляції фаз і опору людини.

Якщо відкрита провідна частина заземлена (рис. 4.31), тобто сполучена із землею через низький опір R_3 , напруга дотику буде значно нижчою. Таким чином, **захисне заземлення знижує загрозу ураження, завдяки своєму низькому опору.**

Відповідно до ПУЕ–2015 опір захисного заземлення в мережах змінного струму низької напруги (до 1000 В) з ізолюваною нейтраллю не має перевищувати:

- **4 Ом** – в електроустановках змінного струму при потужності джерела

живлення (генератора або трансформатора) більше 100 кВА;

– **10 Ом** – в електроустановках змінного струму при потужності джерела (паралельно включених джерел) живлення до 100 кВА.

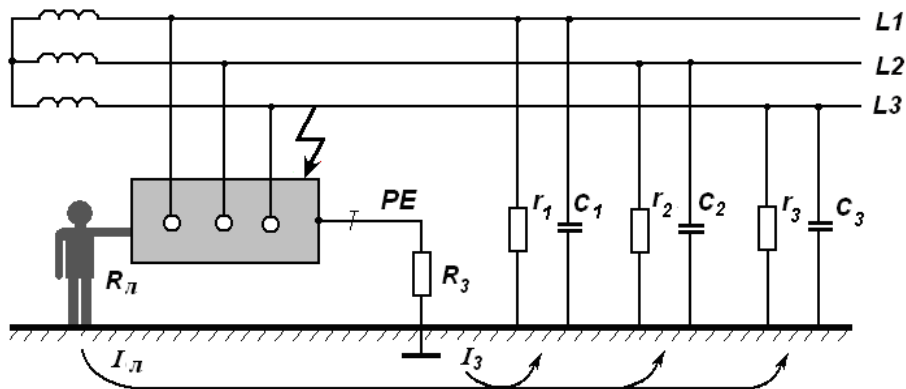


Рисунок 4.31 – Система заземлення IT в мережах трифазного змінного струму низької напруги з ізольованою нейтраллю

Існує декілька способів виконання захисного заземлення. Залежно від місця розміщення заземлювача відносно устаткування, що заземляється, розрізняють два типи заземлюючих пристроїв: виносне і контурне.

При **виносному заземленні** заземлювачі розташовуються на деякому видаленні від устаткування, що заземляється. Вони можуть бути винесені за межі виробничого майданчика, або зосереджені в деякій його частині. У цьому випадку є можливість вибору місця розміщення заземлювачів з найменшим питомим опором ґрунту, особливо якщо із яких-небудь причин неможливо їх розмістити на майданчику, що захищається (наприклад, скелястий, піщаний ґрунт). Однак, при виносному заземленні існує суттєвий недолік. Він полягає у високій напрузі дотику, яка близька до фазного унаслідок високого коефіцієнта напруги кроку ($\alpha \rightarrow 1$). До того ж через велику довжину заземлюючих провідників зростає опір заземлення. Тому виносне заземлення застосовується при порівняно малих струмах замикання на землю (зокрема в електроустановках до 1000 В) і захищає тільки за рахунок малого опору заземлення.

При **контурному (розподіленому) заземленні** заземлювачі розташовуються по контуру (периметру) майданчика, на якому знаходиться устаткування, що заземляється, або усередині нього. Контурне заземлення створює вирівнювання потенціалів у межах виробничої ділянки (будівлі). В цих умовах коефіцієнти напруги кроку і напруги дотику набагато менше одиниці ($\alpha \ll 1$; $\beta \ll 1$).

Заземлювачі також діляться на природні і штучні. Для **штучних заземлювачів** застосовують спеціально розраховані та заглиблені у ґрунт заземлювачі. Як **природні заземлювачі** можуть використовуватися прокладені в землі водопровідні й інші металеві труби (окрім трубопроводів з горючими газами і рідинами), обсадні труби артезіанських колодязів, свердловин, арматура залізобетонних опор тощо.

4.1.8 Класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження електрострумом

Стан навколишнього середовища і навколишнє оточення можуть посилювати або послаблювати небезпеку ураження електрострумом в електроустановках. Так, вологість, струмопровідний пил, їдкі пари і гази, руйнуючи, діють на ізоляцію і створюють умови переходу напруги на металеві неструмоведучі частини устаткування (корпус, станини, огорожі, металеві ручки і т.ін.), до яких може торкатися людина в ході роботи.

Відповідно до тих або інших умов, що підвищують небезпеку дії струму на людину, різним приміщенням властивий різний ступінь небезпеки ураження струмом – одним велика, іншим – менша.

Згідно Правил устрою електроустановок (ПУЕ) за **ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом** усі приміщення поділяються на три групи, згідно з рис. 4.32.

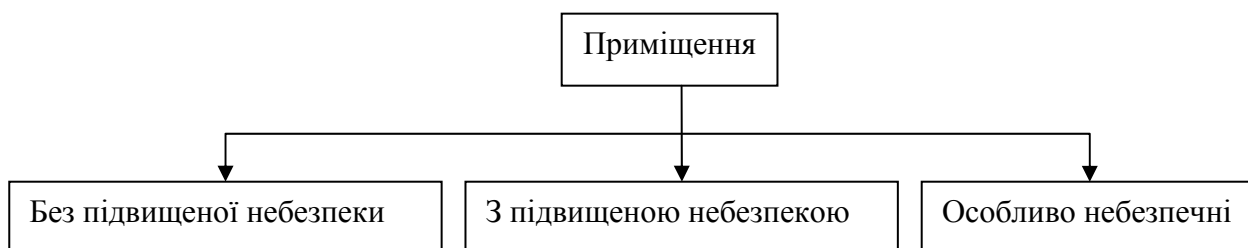


Рисунок 4.32 – Класифікація приміщень за ступенем небезпеки поразки електрострумом

Приміщення без підвищеної небезпеки не містять жодної з ознак підвищеної або особливої небезпеки.

Приміщення з підвищеною небезпекою характеризуються наявністю однієї з умов, що створюють підвищену небезпеку:

- *сирості*. Сирими вважаються приміщення, в яких відносна вологість повітря тривало перевищує 75%;
- *струмопровідного пилу*. Розрізняють приміщення із струмопровідним

пилем (графітна, вугільна, металева та ін.) і неструмопровідним пилем (пил абразивних матеріалів, деревини, цементна та ін.). Струмопровідним пилем вважається пил, здатний осідати на дротах і проникати усередину машин і апаратів.

– *струмопровідної підлоги* (металеві, земляні, залізобетонні, цегляні і т.ін.);

– *підвищеної температури повітря*. Це приміщення, в яких температура повітря тривалий час (більше 1 доби) перевищує 35°C.

– *можливості одночасного дотику* людини до сполучених із землею металоконструкцій будівель, технологічних апаратів, механізмів і т.д., з одного боку, і до металевих корпусів електроустаткування – з іншого.

Особливо небезпечні приміщення характеризуються наявністю хоча б однієї з умов, що створюють особливу небезпеку:

– *особливої вологості*. В особливо сирих приміщеннях відносна вологість повітря близька до 100% (стеля, стіни, підлога і предмети, покриті вологою);

– *хімічно активного або органічного середовища*. Це приміщення з тривалим змістом агресивної пари, газів, відкладень і цвілі, що руйнують ізоляцію струмопровідних частин електроустаткування;

– одночасно *двох і більше ознак* підвищеної небезпеки.

Наведена класифікація лежить в основі заходів, вживаних із захисною метою. Так, наприклад, у приміщеннях «без підвищеної небезпеки» потрібне застосування заходів захисту від непрямого дотику при змінній напрузі більше 50 В, а при постійній напрузі – більше 120 В (захисне заземлення, автоматичне відключення живлення, зрівнювання потенціалів, захисне розділення мережі). А в приміщеннях «з підвищеною небезпекою» і в «особливо небезпечних» приміщеннях ці заходи потрібні вже при змінній напрузі 25 В (при постійній напрузі 60 В), але в окремих випадках, за вимогами ПУЕ і окремих нормативів – при змінній напрузі 12 В і постійній 30 В.

Важливою умовою електробезпеки є суворе дотримання паспортних вимог з експлуатації електроустаткування, в яких звичайно вказуються групи приміщення.

4.1.9 Надання первинної долікарняної допомоги постраждалим від електроструму

Перша медична допомога, як комплекс заходів, спрямованих на відновлення або збереження життя і здоров'я потерпілого, здійснюється немедичними працівниками або самим потерпілим (самодопомога). Основними умовами успіху при наданні першої медичної допомоги є спокій, винахідливість,

швидкість дій, знання і вміння.

Розглянемо послідовність дій надання першої допомоги при ураженні електрострумом:

1. *Звільнення потерпілого від дії електроструму.* Необхідно відключити електроустановку. За неможливості відключення, відтягнути потерпілого за сухий одяг у безпечне місце (рис. 4.33, а). З метою власної безпеки особи, яка надає допомогу, можна використовувати підручні предмети з ізоляційних матеріалів (діелектричні рукавички, суху дошку, палицю та ін.

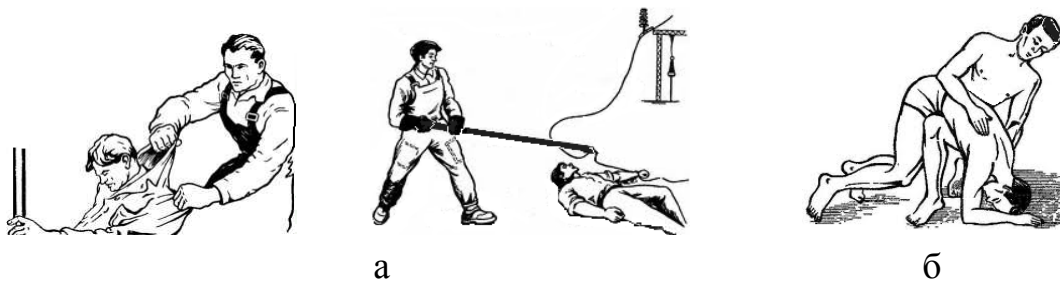


Рисунок 4.33 – Звільнення постраждалого від дії електроструму (а) та відновлювання перепускної здатності дихальних шляхів (б)

2. *Визначити характер і тяжкість електротравми і послідовність заходів з його рятування.* Ознаки електротравм розглянуті далі.

3. *Виконати необхідні заходи в порядку терміновості.* Основним заходом під час електроудару III ступеня є приведення постраждалого у свідомість. Для цього необхідно піднести до його носа ватний тампон, змочений нашатирним спиртом. Можна також скропити обличчя холодною водою і злегка поплескати потерпілого по щоках. При виникненні у потерпілого блювання необхідно повернути його голову і плечі для видалення блювотних мас.

При попаданні в легені води треба опустити голову постраждалого нижче пояса і різко натискати на грудну клітинку зі спини до появи хрипів (рис. 4.33, б).

При клінічній смерті (електроудар V ступеня) необхідно покласти потерпілого на рівну тверду основу (лаву, дошку або підлогу). Якщо допомогу надає одна людина, вона розташовується збоку від потерпілого і робить два швидких енергійних вдювання через рот або ніс потерпілого. З метою дотримання гігієни можна це робити через хустку, рушник або спеціальну інтубаційну трубку. Потім, залишаючись на тій же стороні від потерпілого, накласти дві долоні на нижню половину грудини потерпілого (в області серця), пальці мають бути піднятими, а руки випрямлені в ліктьових суглобах. Якщо допомогу надає одна людина, то на кожні 2 вдювання треба проводити 15 натискань на грудину.

За 1 хв. необхідно зробити не менше 60 натискань і 12 вдунань. При участі в реанімації двох людей співвідношення «дихання–масаж» складає 1:5.

Якщо почалася кровотеча, її необхідно зупинити одним із способів:

- пальцеве притиснення артерії до кістки;
- згинання кінцівки в ліктьовому, колінному і тазостегновому суглобах;
- накладення джгута або закрутки (закрутка накладається вище рани на 10см; при накладенні вкладається записка із зазначенням часу з точністю до хвилини; максимальний час накладення 1,5 год).

Після зупинки кровотечі необхідно обробити краї рани спиртовим розчином йоду або зеленкою. Допускається заливати неглибокі рани перекисом водню без попадання в них бруду. Після обробки рани накладається туга пов'язка, що давить. При цьому на кінцівку наносять 3-4 шари стерильного бинта, накладають на рану валик із стерильної вати і зверху щільно обмотують бинтом. Пов'язку накладають так, щоб джгут можна було зняти і при цьому не було б кровотечі. Якщо кровотеча відновиться, джгут потрібно накласти знову.

При переломах і вивихах виконується іммобілізація пошкодженого місця. На місце перелому накладають спеціальну шину або підручні матеріали (планку, дошку) і фіксують за допомогою бинта. При цьому фіксувати потрібно не тільки переламані частини кістки, але і суглоби (вище і нижче перелому), а також суміжні з ними кістки.

4. *Підтримка основних життєвих функцій потерпілого до прибуття медичного працівника.*

5. *Виклик швидкої медичної допомоги або лікаря, або вжиття заходів для транспортування потерпілого до найближчого лікувального закладу.*

4.1.10 Знаки та кольори безпеки

На робочих місцях та у місцях громадського призначення з метою запобігання нещасним випадкам, пожежної охорони, інформування щодо ризику шкоди здоров'ю та про аварійну евакуацію встановлюються знаки безпеки, які відіграють роль закодованого носія відповідної інформації. **Знак безпеки праці** – знак, призначений для попереджування людей про можливу небезпеку, заборону або припис певних дій, а також для інформування про розміщення об'єктів, використання яких пов'язано з унеможливленням або зменшенням наслідків дії небезпечних і/або шкідливих виробничих чинників.

Знаки безпеки є одним із різновидів засобів колективного захисту співробітників, що призначені для профілактики впливу небезпечних виробничих факторів і виникнення аварій. Основною метою застосування

знаків безпеки є інформування співробітників щодо порядку експлуатації обладнання та дозволеної поведінки у промислових приміщеннях.

Знаки безпеки праці встановлюються в місцях, перебування в яких пов'язано із можливою дією на працівників небезпечних і (або) шкідливих–виробничих чинників, а також на виробничому обладнанні, що є джерелом таких виробничих чинників. Вони повинні контрастно виділятися на фоні, що їх оточує та знаходитися в полі зору людей, для яких вони призначені.

До загальних принципів побудови знаків належать: геометрична форма знака повинна мати визначне змістовне значення, взаємопов'язане із символічним значенням основних сигнальних кольорів, якими покривається поле знака (основним сигнальним кольором слід покривати не менше 25 % поля знака); необхідно обирати найбільш прості геометричні форми, які легко запам'ятовуються.

Кількість форм має бути мінімальною, не більше 3–4; символи на знаках мають бути простими і зрозумілими. Змістовне значення тексту (написів) на знакові має відповідати значенню форми знака; розмір має бути достатньо великим для його нормального сприймання за гарного освітлення. В нічний час знаки повинні мати електричне освітлення (у деяких випадках допускається їх покривати світло-відбивальними фарбами).

Таким чином, знак безпеки – це геометрична фігура певного символічного значення, на колірному полі якої нанесений символ або текст (або те та інше), що пояснюють характер небезпеки, містять інструктивні вказівки або інформацію з небезпеки.

Як вже зазначалось, важливу роль відіграє колір фону, на який нанесено геометричні форми або надписи. **Колір сигналу безпеки** – установлений колір, призначений привернути увагу людей до окремих елементів виробничого устаткування, будівельної конструкції, які можуть бути джерелами небезпечних і/або шкідливих виробничих чинників, а також до засобів пожежогасіння та знаків безпеки праці.

Кольори сигнальні та знаки безпеки регламентовані ДСТУ ISO 3864–1:2005 «Графічні символи. Кольори та знаки безпеки», ДСТУ ISO 3864–2:2016 «Символи графічні. Кольори та знаки безпеки» і ДСТУ ISO 6309:2007 «Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір». Відповідно до цього нормативного документу у нас, як і в багатьох інших країнах, прийняті такі основні сигнальні кольори:

1) **Червоний** – «небезпека» – колір призначений для позначення протипожежних засобів та абсолютної (невідкладної) зупинки. Крім того, ним

фарбують місце, обладнання та прилади, де може виникнути вогнебезпечна чи аварійна ситуація.

2) **Жовтий** – «увага» – цим кольором фарбують небезпечні зони устаткування, низько розташовані над проходами конструкції, виступи на підлогах, а також засоби внутрішнього цехового транспорту. Для більшої помітності застосовують чередування жовтих та чорних смуг.

3) **Зелений** – «безпека» – колір свідчить про безпеку, зокрема про безпеку руху, а синій служить для інформації. Білим кольором позначають межі проїздів, проходів, місць складування.

4) **Синій** – «інформація» – колір безпеки використовується з метою надати певну інформацію, що вказує на параметри, фактори та ін. безпеки.

ГОСТ 12.4.026–76 регламентує також відповідне пофарбування інженерних конструкцій (трубопроводів та електрошин).

Існують чотири групи знаків безпеки праці: вказівні, заборонні, попереджувальні та приписувальні.

Вказівні знаки мають вигляд синього прямокутника з білим полем, символічним зображенням об'єкта і визначенням відстані до нього. Вказівні знаки використовуються для позначення зон безпеки, місць розташування пунктів першої допомоги тощо.

Заборонні знаки виготовляють у вигляді червоного кола з білим полем, на якому символічно зображується предмет заборони, закреслений червоною смугою. Символічне зображення може бути замінене написами чорним кольором на білому тлі всередині червоного кола.

Попереджувальні знаки з чорною облямівкою мають вигляд жовтих трикутників з вершиною вверху із символічним зображенням об'єктів попередження, пофарбованих у чорний, а при радіаційній і пожежній небезпеці – у червоний колір. Ці знаки попереджують про можливість пожежі, ураження електричним струмом, дії радіації, небезпеку зіткнення з транспортними засобами тощо.

Приписувальні знаки виконуються у вигляді зеленого прямокутника із символічним зображенням вказівок на білому полі. Вони дозволяють певні виробничі дії лише в разі виконання спеціальних правил безпеки і використання засобів індивідуального захисту.

Для того, щоб добре запам'ятати знаки безпеки праці, їх потрібно постійно демонструвати в основних місцях скупчення людей.

Безперервне розширення міжнародних науково-технічних і культурних зв'язків нашої держави вимагає ширшої уніфікації знаків безпеки, прийнятих для

всіх країн зарубіжжя. У цьому напрямку в рамках Міжнародної організації зі стандартизації розроблено корисні рекомендації, які стали основою вітчизняних стандартів. Загальне значення, встановлене для геометричних форм, кольорів безпеки і кольорів контрасту для знаків безпеки, наведено в таблиці 4.3.

Для підсилювання контрасту сигнальних кольорів їх потрібно застосовувати на фоні контрастних кольорів (див. табл. 4.3). Контрастні кольори необхідно застосовувати також для виконання символів та пояснюючих написів.

Таблиця 4.3 – Загальне значення геометричних форм, кольорів безпеки і контрастних кольорів

Геометрична форма	Значення	Колір безпеки	Контрастний колір	Колір графічного символу
Коло з рисою по діагоналі 	Заборона	Червоний	Білий	Чорний
Круг 	Обов'язкова дія	Синій	Білий	Білий
Рівносторонній трикутник 	Попередження	Жовтий	Чорний	Чорний
Квадрат / прямокутник 	Умови безпеки План евакуації Засоби захисту	Зелений	Білий	Білий
Квадрат / прямокутник 	Протипожежна безпека	Червоний	Білий	Білий

Приклади графічних символів за категоріями небезпеки, які можуть застосовуватися у різних групах знаків безпеки, наведені в табл. 4.4.

Слід пам'ятати, що знаки безпеки не замінюють необхідні технічні засоби безпеки, а призначені лише для загострення уваги до небезпеки. Вони мають викликати захисну реакцію, спонукати до оперативних заходів щодо попередження аварій та нещасних випадків.

Таблиця 4.4 – Типові графічні символи за категоріями безпеки

Категорія небезпеки	Символьне зображення небезпеки	Сфера застосування символу
1	2	3
Електричний струм Висока напруга	Блискавка 	На знаках: 1) зумовлених правилами технічної експлуатації та безпеки обслуговування електроустановок; 2) нанесених на дверях шаф електропристроїв виробничого обладнання; 3) нанесених на побутових приладах з електричним живленням.
Радіоактивні речовини та іонізуючі випромінювання	Трилисник з ядром посередині 	На знаках: 1) зумовлених санітарними правилами роботи з радіоактивними речовинами та джерелами іонізуючих випромінювань; 2) зумовлених правилами перевезення радіоактивних речовин.
Отруйні речовини	Череп з перехрещеними кістками 	На знаках: 1) що вивішуються на відповідних виробничих дільницях і в складських приміщеннях; 2) для тари і посудин з отруйними речовинами; 3) для транспортних установок.
Вибухові речовини	Вибух бомби 	На знаках: 1) що вивішуються на відповідних виробничих дільницях і в складських приміщеннях; 2) для транспортних упаковок з вибухонебезпечними речовинами.
Легкозаймісті матеріали та речовини	Полум'я 	На знаках: 1) що вивішуються на відповідних виробничих дільницях і в складських приміщеннях; 2) для тари і посудин з легкозаймістими речовинами; 3) для транспортних установок.
Агресивні речовини (кислоти, луги та ін.)	Обпечена рука 	На знаках: 1) що вивішуються на відповідних виробничих дільницях і в складських приміщеннях; 2) для тари і посудин з агресивними речовинами; 3) для транспортних установок.
Падіння вантажу	Вантаж на розірваному тросі 	На знаках, що вивішуються на відповідних виробничих дільницях і на фермах будівельних кранів (доцільно в поєднанні з попереджувальним надписом «Не стій під вантажем»).

Продовження табл. 4.4

Обертві елементи виробничого обладнання	Небезпечні зони шестерінчастої і пасової передачі 	На зовнішніх поверхнях захисних пристроїв для нагадування при їх знятті про наявність небезпечних зон і можливості травмування.
Елементи зворотно-поступального руху	Рух елементів обладнання 	На попереджувальних знаках, що сигналізують про небезпечні зони між штампами ковальсько-пресового обладнання, в зонах дії столів поздовжньо-стругальних верстатів тощо.
Небезпека	Знак оклику 	На попереджувальних знаках. Підвищена увага
Медична допомога	Медичний хрест 	На знаках, що інформують про місце знаходження пунктів першої допомоги, цехових аптечок і т.ін.
Біологічна безпека		Попереджувальні знаки про наявність біологічної небезпеки

4.2 Електромагнітна безпека

За часи еволюції біосфера перебувала під впливом природних електромагнітних полів (ЕМП), так званого фонових випромінювання, спричиненого природою. Земля постійно перебуває під впливом електромагнітного поля, яке створюється Сонцем. Воно складається з неіонізуючого випромінювання (радіочастотного (РЧ), інфрачервоного (ІЧ), видимого (світло), ультрафіолетового (УФ)) та іонізуючого випромінювання (рентгенівського та γ -випромінювання).

У процесі індустріалізації людство додало штучні ЕМП застосуванням радіотехнічних приладів і систем, нових технологічних процесів, пов'язаних з випромінюваннями електромагнітної природи, посиливши тим самим фонове значення поля. Через це ЕМП антропогенного походження почали значно перевищувати природний фон і до нашого часу перетворилися на небезпечний чинник – підвищений рівень ЕМП, що дозволило говорити про **електромагнітну безпеку**.

ЕМП мають певну потужність, енергію і поширюються у вигляді електромагнітного випромінювання (хвиль). Основними параметрами електро-

магнітних коливань ϵ : довжина хвилі λ , частота f та швидкість розповсюдження C , які пов'язані між собою співвідношенням $C = \lambda f$. Весь спектр природного електромагнітного випромінювання наведений на рис. 4.34.

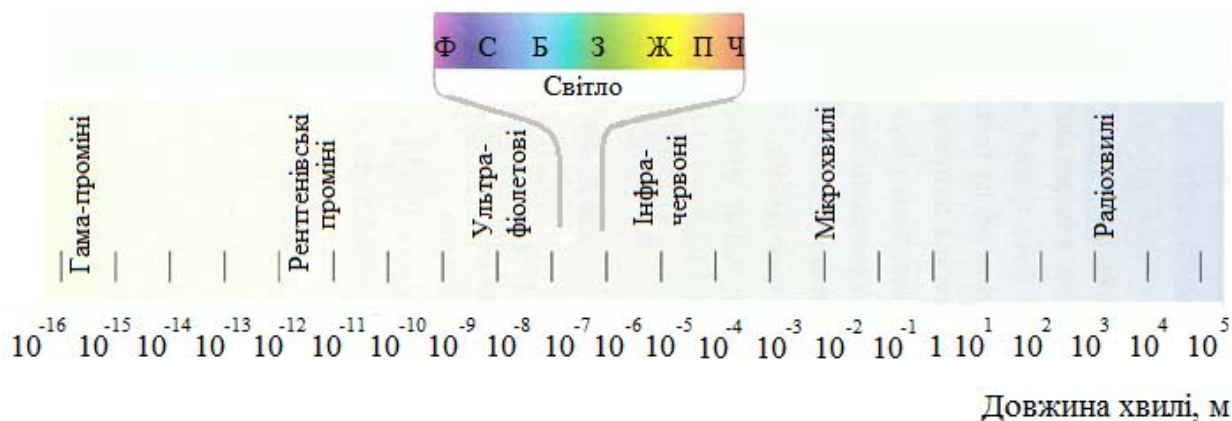


Рисунок 4.34 – Спектр природного електромагнітного випромінювання

Відповідно до законів Максвелла ЕМП характеризується векторами напруженості електричного поля (\vec{E} , В/м) і напруженості магнітного поля (\vec{H} , А/м). Вектори сферичної хвилі завжди взаємно перпендикулярні (рис. 4.35). Їх векторне множення \vec{J} називається вектором Пойтінга, та має наступний вигляд:

$$\vec{J} = \vec{E} \times \vec{H}.$$

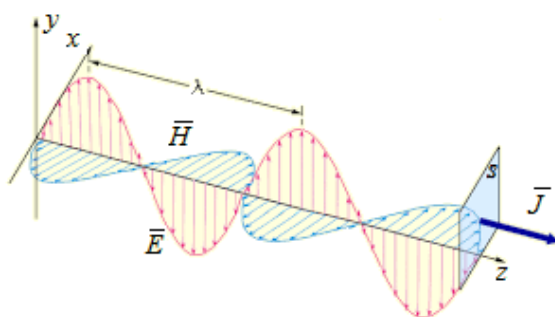


Рисунок 4.35 – Випромінювання сферичної електромагнітної хвилі в просторі

4.2.1 Загальна характеристика неіонізуючого випромінювання

Встановлено, що більшість населення живе в умовах підвищеної активності ЕМП, що визначається сукупністю електромагнітних полів різноманітних частот, яку частіше називають електромагнітним забрудненням. ЕМП негативно впливають на людей, дія електромагнітного поля на організм людини залежить від напруженості електричного і магнітного полів, частоти

коливань, локалізації опромінювань на поверхні тіла й індивідуальних особливостей організму.

Щоб уникнути впливу електромагнітної небезпеки, а також для запобігання професійним захворюванням, що викликані впливом ЕМП, для кожного виду та діапазону ЕМ випромінювання встановлені допустимі норми опромінення. Внаслідок електромагнітного забруднення можливі як гострі, так і хронічні ураження, порушення в системах і органах, функціональні зміни в діяльності нервово-психічної, серцево-судинної, ендокринної, кровотворної та інших систем. Існує два основні види дії ЕМП на живі організми: **теплове і біологічне**.

Механізм теплової дії полягає в тому, що під дією ЕМП відбувається поглинання енергії поля тканинами людини та нагрів тканин. Його можна розділити на дві основні складові:

– поляризацію молекул і атомів. В електричному полі молекули і атоми поляризуються, а полярні молекули (наприклад, води) ще орієнтуються по напрямку ліній поля;

– виділення Джоулевого тепла унаслідок протікання струмів провідності. Оскільки тіло людини має електричну провідність, змінне ЕМП унаслідок електромагнітної індукції порушує в ньому електричні струми. За законом Джоуля кількість тепла, що виділяється, пропорційно квадрату сили струму, опору провідника і часу дії. В електролітах, якими є рідкі складові тканин (кров, міжклітинна рідина), під впливом ЕМП виникають іонні струми.

Електромагнітна небезпека полягає в тому, що кожен наш внутрішній орган працює на певній частоті, наприклад, серце – близько 700 Гц (коливань в секунду), мозок у стані сну – 10 Гц, бадьорості – 50 Гц. У випадку, якщо поруч з людиною знаходиться постійне джерело електромагнітного випромінювання, яке працює на аналогічній (чи є кратною) частоті, то воно може призвести до збільшення або зменшення нормальної частоти роботи органу. При довжині хвилі, порівнянної з розмірами тіла людини чи її окремого органа, утворюються електромагнітні хвилі в живому організмі. Це призводить до концентрації теплової енергії. Тепловий вплив характеризується підвищенням температури тіла, локальним виборчим нагріванням тканини, а також окремих органів і кліток.

Особливо небезпечне нагрівання для органів зі слабкою терморегуляцією (мозок, око, органи кишкового тракту). Тепловий ефект найбільш небезпечний для органів із слабо розвинутою кров'яною системою, що грає важливу роль в терморегуляції. До таких органів належать: мозок, очі, шлунок, кишковий тракт,

жовчний і сечовий міхури.

Біологічна дія ЕМП на організм виявляється в зміні орієнтації кліток або ланцюгів молекул у напрямі силових ліній поля; біохімічної активності білкових молекул і складу крові.

Негативний вплив ЕМП на організм виявляється у вигляді порушень нервової, імунної, ендокринної, статевої і серцево-судинної систем. Дія ЕМП на людину вище за допустимі норми, як правило, призводить до загальної слабкості, підвищеної пітливості, сонливості, порушення роботи шлунку, печінки, селезінки, органів зору, підшлункової і статевих залоз. Можливі захворювання серцево-судинної системи, онкологічні й інші захворювання.

4.2.2 Радіочастотне електромагнітне випромінювання

Як було зазначено вище, неіонізуюче випромінювання складається з випромінювання радіочастотного, інфрачервоного, світла та ультрафіолетового діапазонів. Залежно від довжини хвилі (частоти коливань) радіочастотні електромагнітні випромінювання (радіохвилі) в свою чергу поділяються на діапазони, що наведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Діапазони радіочастотних електромагнітних випромінювань

Назва діапазону частот	Діапазон частот, Гц	Діапазон довжини хвиль, м	Назва діапазону довжини хвиль
Низькі частоти (НЧ)	$3 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^5$	$10^4 - 10^3$	Довгі
Середні частоти (СЧ)	$3 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^6$	$10^3 - 10^2$	Середні
Високі частоти (ВЧ)	$3 \cdot 10^6 - 3 \cdot 10^7$	$10^2 - 10$	Короткі
Дуже високі частоти (ДВЧ)	$3 \cdot 10^7 - 3 \cdot 10^8$	$10 - 1$	Ультракороткі
Ультрависокі частоти (УВЧ)	$3 \cdot 10^8 - 3 \cdot 10^9$	$1 - 10^{-1}$	Дециметрові
Надвисокі частоти (НВЧ)	$3 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{10}$	$10^{-1} - 10^{-2}$	Сантиметрові
Надзвичайно високі частоти (НЗВЧ)	$3 \cdot 10^{10} - 3 \cdot 10^{11}$	$10^{-2} - 10^{-3}$	Міліметрові

Джерелами електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону (РЧД) є радіостанції, пристрої, що забезпечують мобільний зв'язок, антени, генератори, установки індукційного і діелектричного нагріву (у тому числі НВЧ-печі), радары, високочастотні прилади і різні спеціальні пристрої в медицині. Навколо будь-якого джерела ЕМП радіочастотного діапазону

виділяють **три зони**:

- **зону індукції**, знаходиться на відстані від джерела

$$R \leq \frac{\lambda}{2\pi} \approx \frac{\lambda}{6}, \quad (4.9)$$

де R – відстань від джерела ЕМП радіочастотного діапазону;

λ – довжина хвилі.

Нерівністю (4.9) користуються, коли випромінювач (антена) має лінійні розміри, набагато менше довжини хвилі (наприклад, антени в мобільних телефонах). У тих випадках, коли максимальний лінійний розмір випромінювача D рівний або більше довжини хвилі, користуються нерівністю:

$$R \leq \frac{D^2}{\lambda}.$$

В зоні індукції електромагнітна хвиля ще не сформувалася. Електричне і магнітне поле можна вважати незалежним один від одного. Тому вимірювання поля в цій зоні ведеться окремо по електричній і магнітній складових. Як правило, одна з них різко переважає над іншою. Наприклад, у могутніх трансформаторах різко переважає магнітна складова, електрична складова переважає над магнітною у високовольтних конденсаторах;

- **зону дифракції**. ЕМП носить хвильовий характер, але не може розглядатися як сферична хвиля. Безліч потоків хвиль, розповсюджуючись у різних напрямках, можуть посилювати один одного в одних місцях й послаблювати в інших, утворюючи дифракційні максимуми і стоячі хвилі. Ця зона може виникати не тільки поблизу джерела ЕМП, але і поблизу якогось об'єкта, що відображає електромагнітні хвилі;

- **хвильову зону (випромінювання)**. Хвильова зона для випромінювача з розмірами набагато менше довжини хвилі починається на відстані від джерела

$$R \gg \frac{\lambda}{2\pi}.$$

У хвильовій зоні випромінювання електромагнітне поле існує у вигляді

сформованих сферичних хвиль, що показано на рис. 4.35.

Несприятливий вплив на організм людини мають електромагнітні випромінювання промислової частоти (50 Гц) та частот радіохвильового діапазону. У діапазоні надвисоких частот (НВЧ) – 300 МГц...300 ГГц інтенсивність випромінювання дорівнює щільності потоку енергії (ЩПЕ).

Щільність потоку енергії (ЩПЕ) – кількість енергії, що проходить за одну секунду через одиницю площі поверхні, перпендикулярної напрямку розповсюдження хвилі ($\text{мкВт}/\text{см}^2$). ЩПЕ зворотно пропорційна квадрату відстані від точкового джерела:

$$J = \text{ЩПЕ} = \frac{P_{\text{дж}} G}{4\pi R^2}, \quad (4.10)$$

де $P_{\text{дж}}$ – потужність джерела;

G – коефіцієнт посилення антени (джерела);

$4\pi R^2$ – площа сферичного фронту радіусом R .

Для сферичної хвилі ЕМВ радіочастотного діапазону дійсний наступний вираз:

$$E = \rho H = 120\pi H, \quad (4.11)$$

де ρ – хвильовий опір середовища (для вакууму і повітря $\rho = 120\pi = 377 \text{ Ом}$).

Використовуючи вираз (4.11), визначаємо, що щільність потоку енергії у хвильовій зоні пов'язана з напруженістю електричного і магнітного поля таким співвідношенням:

$$\text{ЩПЕ} = E \cdot H = \frac{E^2}{\rho} = \rho H^2.$$

Таким чином, для характеристики поля в зоні випромінювання достатньо вказати одну з величин ЩПЕ , E або H .

В діапазоні до високих частот ($\lambda > 3 \text{ м}$) ЕМП слід розглядати як поле індукції. Якщо на робочому місці або поблизу від нього є таке джерело ЕМП, то людина опиняється, як правило, в зоні індукції.

При високих частотах більше 300 МГц ($\lambda < 1 \text{ м}$) людина опиняється, як правило, в зоні випромінювання або в зоні дифракції.

З погляду дії ЕМП на організм важливе енергетичне навантаження (ЕН). Енергетичне навантаження є сумарним потоком енергії, яка проходить через

одиницю поверхні, що опромінюється за час дії T . Чим більше EH , тим важче наслідки.

В діапазоні 0...300 МГц (зона індукції) EH визначається окремо за електричною і магнітною складовими ЕМП.

Енергетичне навантаження EH_E , (В/м²)·г, що створюване електричною складовою ЕМП, дорівнює

$$EH_E = E^2 T, \quad (4.12)$$

де T – час впливу на людину, г.

Енергетичне навантаження EH_H , (А/м²)·г, що створюване магнітною складовою ЕМП, дорівнює

$$EH_H = H^2 T. \quad (4.13)$$

Значення EH_E і EH_H нормовані для різних інтервалів частоти. Проте на практиці через зручність вимірювань доцільно користуватися не значеннями EH , а відповідними значеннями напруженості електричного і магнітного поля. Нормовані (гранично допустимі) значення напруженості електричного і магнітного поля виводяться з виразів (4.12) і (4.13):

$$E_{ГД} = \sqrt{\frac{EH_{Eгд}}{T}}, \quad H_{ГД} = \sqrt{\frac{EH_{Hгд}}{T}}.$$

Одночасна дія електричного і магнітного полів у діапазоні 0...300 МГц вважається допустимою за умови $\frac{EH_E}{EH_{Eгд}} + \frac{EH_H}{EH_{Hгд}} \leq 1$.

У хвильовій зоні (в діапазоні 300 МГц...300 ГГц) EH визначається величиною ЩПЕ. Гранично допустима щільність потоку енергії дорівнює

$$\text{ЩПЕ} = \frac{EH_{\text{ЩПЕгд}}}{T}, \text{ Вт/м}^2,$$

де $EH_{\text{ЩПЕгд}}$ – гранично допустиме енергетичне навантаження щільності потоку енергії протягом робочої зміни (2 Вт×г/м²=200 мкВт×г/см²).

З огляду зазначених вище методів та засобів захисту людини від небезпек

технологічних міркувань. Іншим способом є застосування поглинаючих навантажень – еквівалентів антен або атенюаторів, які повністю або частково поглинають енергію ЕМП на шляху від генератора до випромінюючого пристрою і перешкоджають розповсюдженню в оточуюче середовище;

– **захист відстанню** застосовується, якщо неможливо ослабити інтенсивність опромінювання в наданій зоні іншими способами. В цьому випадку збільшують відстань між джерелом випромінювання і обслуговуючим персоналом. Робочі місця розміщують на відстані від джерела, при якому ЕМП для людини нешкідливо (не перевищує нормативних значень);

– **захист часом** передбачає обмеження часу перебування людини в електромагнітному полі, при якому енергетичне навантаження не перевищує допустимого значення.

Допустимий час перебування людини в полі залежить від інтенсивності опромінювання або напруженості ЕМП.

Допустимий час опромінювання у діапазоні частот 300 МГц...300 ГГц визначається із співвідношення

$$T = \frac{E_{H_{ЩПЕгд}}}{ЩПЕ},$$

де T – тривалість опромінювання;

$E_{H_{ЩПЕгд}}$ – гранично допустиме енергетичне навантаження щільності потоку енергії протягом робочої зміни ($2 \text{ Вт} \times \text{г}/\text{м}^2 = 200 \text{ мкВт} \times \text{г}/\text{см}^2$);

$ЩПЕ$ – фактична щільність потоку енергії, $\text{мкВт}/\text{см}^2$;

– **екранування** – застосування спеціальних оболонок, перешкоджаючих розповсюдженню ЕМП.

У загальному випадку **ефект екранування** створюється за рахунок відбиття хвиль від стінки екрана і поглинання її енергії з подальшим розсіянням у вигляді тепла.

За екранами можуть поміщати як джерело ЕМП, так і людину. В першому випадку за допомогою екрана захищають навколишнє середовище. В другому випадку – людину, при цьому екран є кабіною, усередині якої розташовано робоче місце.

Ефективність екранування характеризується ослабленням випромінювання і вимірюється у децибелах (дБ):

$$B = 10 \lg \frac{\text{ЩПЕ}_{\text{над}}}{\text{ЩПЕ}_{\text{пр}}} = 20 \lg \frac{E}{E'} = 20 \lg \frac{H}{H'},$$

де $\text{ЩПЕ}_{\text{над}}$ і $\text{ЩПЕ}_{\text{пр}}$ – щільність потоку енергії хвилі, відповідно, що падала і пройшла;

E і E' – напруженості електричного поля хвилі, відповідно, які падала і пройшла;

H і H' – напруженості магнітного поля хвилі, відповідно, які падала і пройшла.

При розповсюдженні електромагнітній хвилі в однорідному провідному середовищі (наприклад, у металах) спостерігається поверхневий ефект, який виявляється в тому, що напруженість електричного (і магнітного) поля спадає за експоненціальним законом:

$$E = E_0 e^{-kx},$$

де E_0 – напруженість електричного поля на поверхні екрану;

x – глибина проникнення ЕМП в товщину матеріалу, м;

k – коефіцієнт загасання;

– **засоби індивідуального захисту**: спеціальні окуляри, шлеми, щітки, халати, рукавиці, костюми та комбінезони, для яких використовують спеціальні тканини з певними екрануючими властивостями.

4.2.3 Інфрачервоне випромінювання

Інфрачервоне випромінювання (ІЧВ) – електромагнітне випромінювання, що займає спектральну область між червоним кінцем видимого світла (з довжиною хвилі $\lambda = 0,74$ мкм) і мікрохвильовим випромінюванням ($\lambda \sim 1...2$ мм) виявляється за тепловою дією.

Весь діапазон ІЧВ розділений на три складові:

- короткохвильова область: $\lambda = 0,74...2,5$ мкм;
- середньохвильова область: $\lambda = 2,5...50$ мкм;
- довгохвильова область: $\lambda = 50...2000$ мкм.

ІЧВ генерується будь-яким нагрітим тілом, температура якого визначає інтенсивність і спектр випромінюваної електромагнітної енергії (закон Стефана-Больцмана: потужність випромінювання абсолютно чорного тіла

прямо пропорційна площі поверхні та четвертому степеню температури тіла). ІЧ спектр випромінюють збуджені атоми або іони.

Однією з кількісних характеристик цього випромінювання є інтенсивність, яку можна визначити як енергію, що випромінюється з одиниці площі в одиницю часу (ккал·г/м²) або Вт/м²).

Основними джерелами ІЧВ у виробничих умовах є:

- плавильні, нагрівальні печі та інші термічні пристрої;
- деталі, що остивають з розплавленого або розпеченого металу;
- газо- та електрозварні апарати.

Вплив ІЧВ може бути загальним і локальним. При довгохвильовому випромінюванні підвищується температура поверхні тіла, а при короткохвильовому – температура легень, головного мозку, нирок і деяких інших органів людини.

Значна зміна загальної температури тіла (1,5–2^oC) відбувається при опроміненні інфрачервоними променями великої інтенсивності. Випромінювання короткохвильової області впливає на мозкові тканини та викликає «сонячний удар». Людина при цьому відчуває головну біль, голово кружіння, підвищену частоту пульсу та дихання, потемніння в очах, порушення координації рухів, можлива втрата свідомості. При інтенсивному опроміненні голови відбувається набряк тканин мозку, проявляються симптоми менінгіту та енцефаліту.

При впливі на око найбільшу небезпеку становить короткохвильове випромінювання. Можливі наслідки інфрачервоного випромінювання на очі – поява інфрачервоної катаракти.

Крім безпосереднього впливу на людину, інфрачервоне випромінювання підвищує температуру навколишнього середовища, погіршує його мікроклімат, що може призвести до перегрівання організму.

Основні заходи, спрямовані на зниження небезпеки впливу ІЧВ, є таким ж, як і основні методи та засоби від електромагнітної небезпеки, що наведені на рис. 4.36, а саме:

- захист відстанню;
- захист часом;
- зменшення випромінювання в самому джерелі;
- екранування джерела випромінювання (захист екранами);
- засоби індивідуального захисту.

4.2.4 Видиме оптичне випромінювання

Видима ділянка електромагнітного випромінювання ($\lambda = 380 - 770 \text{ нм}$) є звичайним **світлом**, що сприймається людським оком. Майже 90% всієї інформації людина отримує через органи зору. Людина бачить електромагнітні хвилі у видимому діапазоні через те, що має відповідні рецептори, які поглинають світло таких частот, викликаючи при цьому відповідні імпульси у нервовій системі. У сітківці світло перетворюється на нервові імпульси, які по зоровому нерву передаються до зорової зони кори великих півкуль головного мозку. Тут відбувається розрізнення подразнень – форми предметів, їхнього забарвлення, величини, освітленості, розташування і руху.

При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Згідно зі статистичними даними, до 25% травм пов'язано з нераціональним освітленням (осліплення яскравим світлом, падіння, травмування транспортом і т. ін.). Недостатнє освітлення може призвести до профзахворювань, наприклад, спазму акомодатії, короткозорості та ін.

Джерела світла можуть бути природними (наприклад, Сонце) та штучними (створеними людьми). Також джерела світла підрозділяють на точкові і протяжні. При цьому одне і те саме джерело світла в одних випадках доречно вважати точковим, а в інших – воно може бути протяжним. Точковим джерелом світла є зірки, тому що, хоча вони і величезних розмірів, знаходяться дуже далеко. Через це можемо знехтувати їх розмірами і вважати, що світло від них доходить до нас тонким пучком. Однак Сонце – це теж зірка. Але воно знаходиться досить близько до нас, ми бачимо її не як точку, що світиться, а як коло, що світиться. Тому Сонце для нас – протяжне джерело світла.

Також, якщо лампа знаходиться досить близько до об'єкта, який «ловить» світло від неї, то вона буде протяжним джерелом світла. А от, якщо вона знаходиться далеко, то точковим. Розмірами точкового джерела світла можна знехтувати, а розмірами протяжного джерела світла знехтувати не можна.

Освітлення характеризується кількісними та якісними показниками. До основних **кількісних показників** належать: **світловий потік, сила світла, яскравість, освітленість і коефіцієнт пульсації**.

Світлове відчуття, яке викликає видима оптична частина спектра електромагнітних хвиль, оцінюється **світловим потоком Φ** , за одиницю якого приймають люмен (лм). Світловий потік – це світлова енергія, що протікає через деяку поверхню (S) в одиницю часу (рис. 4.38).

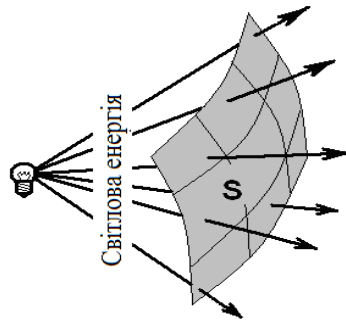


Рисунок 4.38 – Світловий потік

Сила світла (J) – це величина, яка вимірюється в канделах (кд) та визначається відношенням світлового потоку (Φ) до тілесного кута (w), в межах якого світловий потік рівномірно розподіляється, що показано на рис.4.39 (в куті міститься $2\pi^2 - 2$ стерадіан):

$$J = \frac{\Phi}{w},$$

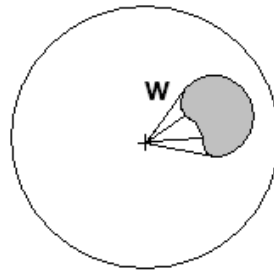


Рисунок 4.39 – Тілесний кут

Яскравість (B) – це величина, яка визначається відношенням сили світла, випромінюваного елементом поверхні в заданому напрямку, до площі:

$$B = \frac{J}{S \cos \alpha},$$

де J – сила світла, випромінюваного поверхнею в даному напрямку;

S – площа поверхні;

α – кут між нормаллю до елемента поверхні і напрямком, для якого визначається (рис. 4.40).

Гігієнічною нормою є яскравість, яка вимірюється в канделах на квадратний метр ($\text{кд}/\text{м}^2$) чи в нітах (нт). При яскравості понад 30000 нт виникає

ефект осліплення. Діапазон чутливості ока – 10^{-6} – 10^6 нт.

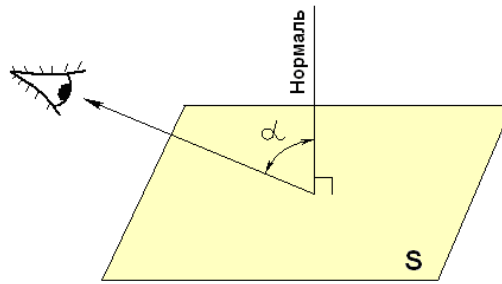


Рисунок 4.40 – Яскравість

Освітленість (E) – це відношення світлового потоку (Φ) до площі поверхні (S), на яку він рівномірно падає. Одиницею освітленості є люкс (лк) – рівень освітленості поверхні площею 1 м^2 , на яку поступово падає світловий потік 1 лм.

$$E = \frac{\Phi}{S}.$$

Орган зору людини здатний бачити об'єкт при освітленості від 0,1 до 10000лк.

Ппульсація світла характеризується **коефіцієнтом пульсації**

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

де E_{\max} , E_{\min} і E_{cp} – максимальна, мінімальна і середня освітленість за один період коливання напруги живлення.

Критична частота пульсації, коли сигнал сприймається як безперервний, знаходиться в межах 12–25 Гц.

Слід зазначити, що зоровий аналізатор має деякі своєрідні характеристики такі, як: інерція зору, зорове відображення (міражі, гало, ілюзії), видимість та адаптація. Також зоровий аналізатор має найбільшу величину адаптації. Світлова адаптація триває 8–10 хв. Адаптоване до темряви око більш чутливе до електромагнітних хвиль зелено-блакитного спектра, ніж до помаранчево-червоної частині спектра. Якщо при денному світлі людині показати червоне та синє зображення на чорному фоні, то вона побачить їх

однаково чітко. Якщо людина роздивлятиметься ці зображення в сутінках, то їй здаватиметься, що червона частина зникла, а залишилася тільки синя. З цієї причини на злітній смузі аеродромів розпізнавальні знаки позначають синім кольором.

До основних **якісних показників** освітлення належать: **фон, контраст між об'єктом і фоном та видимість**.

Фон – поверхня, прилегла безпосередньо до об'єкта розрізнення, на якій він розглядається. Фон характеризується коефіцієнтом відбиття ρ :

$$\rho = \frac{\Phi_{\text{ВІДБ}}}{\Phi_{\text{ПАД}}},$$

де $\Phi_{\text{ВІДБ}}$ і $\Phi_{\text{ПАД}}$ – відповідно, відбитий і падаючий світлові потоки.

Контраст між об'єктом і фоном характеризується співвідношенням яскравостей розглянутого об'єкта (точка, лінія, знак та інші елементи, які потрібно розрізнити в процесі роботи) та фону:

$$k = \frac{B_0 - B_{\Phi}}{B_0},$$

де B_0 і B_{Φ} – яскравість об'єкта і яскравість фону.

Видимість характеризує здатність ока сприймати об'єкт:

$$v = \frac{k}{k_{\text{пор}}},$$

де $k_{\text{пор}}$ – пороговий (найменший) контраст між об'єктом і фоном, помітний оком.

Для вимірювання світлотехнічних величин застосовують люксметри, фотометри, вимірювачі видимості та інші прилади. У виробничих умовах найчастіше вимірюють (контролюють) освітленість за допомогою люксметра або люксметром-яскравомірами. Робота цих приладів заснована на явищі фотоефекту – перетворенні світлової енергії в електричну.

Залежно від джерел світла освітлення поділяється на **природне, штучне та сумісне** (рис. 4.41).

Природне освітлення може здійснюватися через вікна та світлові прорізи в зовнішніх стінах (бічне), зашклені світлові ліхтарі і перекриття (верхнє), те й

інше одночасно (комбіноване).

Природне освітлення залежить від:

- часу доби;
- пори року;
- атмосферних явищ;
- забрудненості скляних перегородок.

У цьому полягають його недоліки порівняно зі штучним освітленням. До недоліків також належить нерівномірна освітленість різних точок приміщення.

До переваг природного освітлення належать:

- відсутність мерехтінь (пульсації);
- відсутність плати (грошової);
- зігрівання (в холодний період року) та знезараження повітря.

Оскільки природне освітлення непостійне протягом дня, **кількісна оцінка** цього виду освітлення проводиться за відносним показником – **коефіцієнтом природного освітлення (КПО)**:

$$КПО = \frac{E_{Вн}}{E_{Зовн}} \cdot 100 \%,$$

де $E_{Вн}$ – освітленість, створювана світлом неба (прямим або відбитим) в деякій точці всередині приміщення, лк;

$E_{Зовн}$ – освітленість горизонтальної поверхні, що створюється в той самий час зовні світлом повністю відкритого небосхилу, лк.

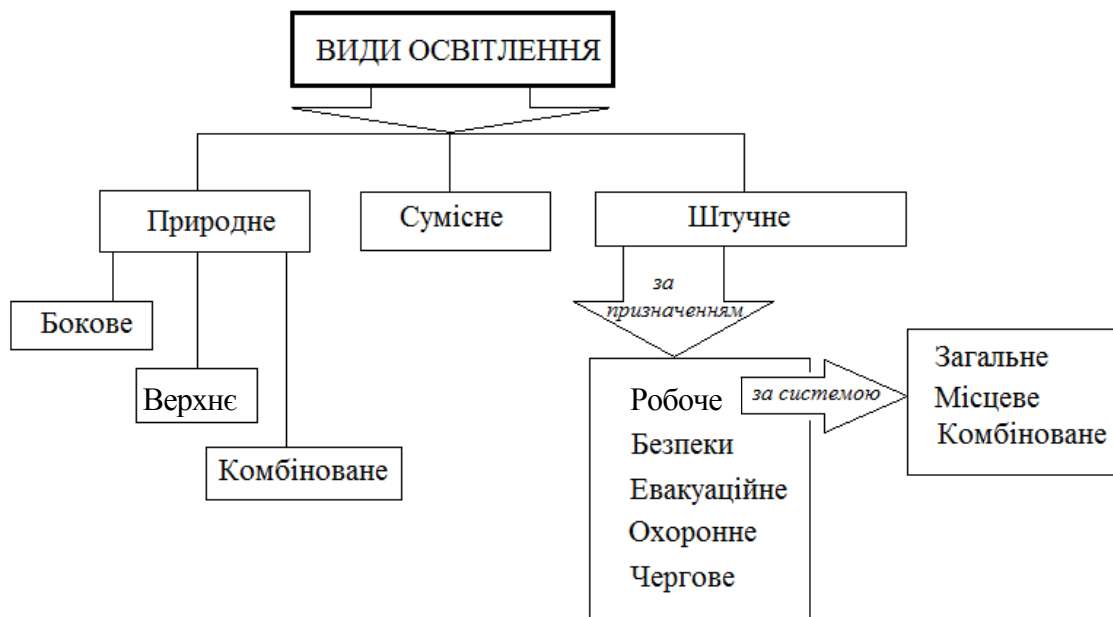


Рисунок 4.41 – Види освітлення

Відповідно до ДБН В 2.5–28–2006 «Природне і штучне освітлення», нормоване значення КПО визначають залежно від:

– розряду зорової роботи. Існує **вісім розрядів** зорової роботи, які визначаються найменшим розміром об'єкта розрізнення. Об'єктом розрізнення вважається розглянутий предмет або ж його частина, а також дефект, який необхідно виявити. Розряду I відповідає робота найвищої точності з об'єктом розрізнення менше 0,15мм. Розряду IV відповідає робота середньої точності з об'єктом розрізнення (0,5...1) мм. Розряду VIII відповідає робота нижчої точності, при якій контролюється хід технологічного процесу, а об'єкт розрізнення взагалі не вимірюється;

- виду освітлення (верхнє, бічне, комбіноване, поєднане);
- географічного розташування.

Нормоване значення КПО (e_N) висувають до характерних точок виробничих приміщень, залежно від їхнього розміру, розряду зорової роботи і виду освітлення. Так, наприклад, для приміщень з глибиною до 6м нормоване значення КПО висувається до найбільш віддалених від світлових прорізів точок умовної робочої поверхні на відстані 1 м від стіни.

Штучне освітлення здійснюється за допомогою спеціальних електроосвітлювальних установок – світильників задля освітлення приміщень, будинків, споруд, територій підприємств і закладів та інших об'єктів. Штучне освітлення поділяється залежно від призначення на робоче, освітлення безпеки, евакуаційне, охоронне та чергове.

Робоче освітлення призначене для забезпечення виробничого процесу, переміщення людей, руху транспорту, і є обов'язковим для всіх виробничих приміщень. Нормування штучного освітлення здійснюється відповідно до ДБН В 2.5–28–2006 «Природне і штучне освітлення». Нормоване значення **освітленості** робочої поверхні визначають залежно від:

- **розряду зорової роботи;**
- **підрозряду**, який залежить від контрасту об'єкта з фоном і характеристики фону. Для кожного з I–VIII розрядів існують по чотири підрозряди: а, б, в, г. Найбільша нормована освітленість складає 5000лк, а найменша нормована освітленість складає 30 лк.

Системи штучного робочого освітлення розділяють на загальне, місцеве та комбіноване.

Система **загального** освітлення призначена для освітлення всього приміщення, вона може бути рівномірною та локалізованою. Загальне рівно-

мірне освітлення встановлюють у цехах, де виконуються однотипні роботи невисокої точності по усій площі приміщення при великій щільності робочих місць. Загальне локалізоване освітлення встановлюють на поточних лініях, під час виконання робіт, різноманітних за характером, на певних робочих місцях, за наявності стаціонарного затемнюючого обладнання, та якщо треба створити спрямованість світлового потоку.

Місцеве освітлення призначається для освітлення тільки робочих поверхонь, воно може бути стаціонарним (наприклад, для контролю за якістю продукції на поточних лініях) та переносним (для тимчасового збільшення освітленості окремих місць або зміни напрямку світлового потоку при огляді, контролю параметрів, ремонті). Світильники місцевого освітлення мають бути зручними у користуванні, а, головне, безпечними в ході експлуатації. Категорично забороняється застосовувати лише місцеве освітлення, оскільки воно створює значну нерівномірність освітленості, яка підвищує втомленість зору та призводить до розладу нервової системи. Таке освітлення на виробництві є допоміжним до загального.

Комбіноване освітлення складається з загального та місцевого. Його передбачають для робіт I–VIII розрядів точності за зоровими параметрами, та коли необхідно створити концентроване освітлення без утворення різких тіней.

Освітлення безпеки передбачається в тих випадках, якщо відключення робочого освітлення може викликати вибух, пожежу, отруєння людей, порушення технологічного процесу та ін. Мінімальна освітленість робочих поверхонь має складати 5% від нормованої освітленості робочої поверхні, але не менше 2 лк.

Евакуаційне освітлення призначене для проведення евакуації людей з приміщення при аварійному відключенні робочого освітлення. Його потрібно влаштовувати в місцях, небезпечних для проходу людей, в приміщеннях, де працює понад 50 осіб. Мінімальна освітленість на підлозі основних проходів і на виходах має бути не менше 0,5 лк, а на відкритих майданчиках – не менше ніж 0,2 лк.

Охоронне освітлення влаштовується вздовж меж території, що охороняється в нічний час спеціальним персоналом. Найменша освітленість на поверхні землі має бути 0,5 лк.

Чергове освітлення передбачається у неробочий час. При цьому, як правило, використовують світильники інших видів штучного освітлення.

Для розрахунку штучного освітлення існує два основні методи (ДБН В 2.5–28–2006):

– **точковий метод** (використовується для розрахунку локалізованого та комбінованого освітлення, а також освітлення похилих поверхонь);

– **метод коефіцієнта використання світлового потоку** (використовується для загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь).

В сучасних освітлювальних установках, призначених для освітлення виробничих приміщень, як **джерела світла** застосовуються лампи розжарювання, галогенні, люмінесцентні лампи та світлодіодні (LED-лампи).

Порівняльний аналіз за основними характеристиками електричних джерел світла наведений в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Порівняльний аналіз за основними характеристиками електричних джерел світла

Параметр порівняння	Лампа розжарювання	Лампа галогенна	Лампа люмінесцентна	Лампа світлодіодна
Питома потужність, Вт	75	45	15	10
Нагрів	сильний	сильний	середній	низький
Міцність конструкції	дуже крихка	крихка	крихка	міцна
Термін служби, годин	1000	2-2,5 тисячі	7-10 тисяч	30-50 тисяч
Легкість встановлення/заміни	добре	задовільно	відмінно	відмінно
Екологічність	добре	добре	задовільно	відмінно

У **лампах розжарювання** (рис. 4.42, а) світіння виникає в результаті нагрівання вольфрамової нитки до високих температур. Це одне з перших джерел електричного освітлення, що увійшло в наше життя з XIX ст. і залишається одним із поширених типів електричних ламп. Лампи розжарювання випускають світло, яке здається більш «жовто-червоним», ніж денне світло. І хоча ці лампи мають низку переваг у вигляді безперервного спектра випромінювання, низької ціни, відсутності пускорегулювальної апаратури, але кількість недоліків переважає (див. табл. 4.6). Так, лампи розжарювання становлять пожежну небезпеку. Через 30 хвилин після увімкнення температура зовнішньої поверхні такої лампи досягає, залежно від потужності, таких величин: 25 Вт – 100°C, 40 Вт – 145°C, 75 Вт – 250°C, 100 Вт – 290°C, 200 Вт – 330°C. При зіткненні ламп з текстильними матеріалами їх колба нагрівається ще сильніше. Солома, яка торкається поверхні лампи потужністю 60 Вт,

спалахує приблизно через 67 хвилин. Також до **недоліків** ламп розжарювання належать порівняно низька світлова віддача (не більше 20 лм/Вт), що обумовлює неекономічність, і підвищення температури в приміщенні.

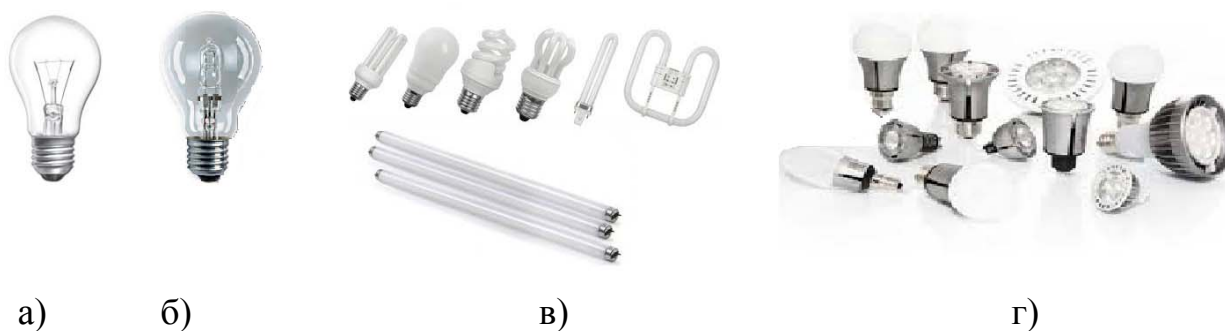


Рисунок 4.42 – Електричні джерела штучного світла

Лампи розжарювання використовують в тих випадках, коли штучне світло потрібно зрідка, за характеристикою праці необхідне не пульсуюче (постійне) або концентроване світло. Однак сьогодні лампа розжарювання поступово відходить у минуле. На зміну їй прийшли більш економічні джерела освітлення.

Галогенні лампи розжарювання (рис.4.42, б) разом з вольфрамовою ниткою містять пари галогену (фтору, хлору, йод або їх суміші), який сприяє підвищенню терміну її служби. Завдяки цьому галогенні лампи працюють в більш навантаженому режимі та мають менші габарити.

Люмінесцентні лампи –розповсюджене й економічне джерело світла для створення розсіяного освітлення у приміщеннях нежитлових будинків: офісах, школах, вишах, лікарнях, магазинах, банках, підприємствах (рис. 4.42, в). З появою сучасних компактних люмінесцентних ламп, призначених для встановлення в звичайні патрони E27 або ж E14 замість ламп з ниткою розжарювання, вони стали завойовувати популярність і в побуті. Застосування електронних пускорегулюючих пристроїв замість традиційних, електромагнітних, дозволяє ще більше поліпшити характеристики люмінесцентних ламп – позбутися від пульсації і гудіння, збільшити економічність, підвищити компактність та зручність. Головними перевагами люмінесцентних ламп у порівнянні з лампами з ниткою розжарювання є висока світловіддача (люмінесцентна лампа у 23 Вт дає таку ж освітленість, як 100 Вт лампа розжарювання) і тривалий термін служби (див. табл. 4.6). Це дозволяє люмінесцентним лампам заощаджувати значні кошти, незважаючи на вищу початкову ціну.

Застосування люмінесцентних ламп особливо доцільне у випадках, коли

висока освітленість потрібна в приміщенні тривалий час, оскільки вмикання для цих ламп є найнебезпечнішим режимом і постійні вмикання-вимикання сильно знижують термін їхньої служби.

Треба додати, що пульсація світлового потоку від люмінесцентних ламп людиною візуально не сприймається, бо її частота (100 Гц) перевищує критичну частоту злиття світлових мигтінь. Однак дослідження показали, що це явище несприятливо впливає на біоелектричну активність мозку, викликаючи підвищену стомлюваність. Негативний вплив пульсації зростає зі збільшенням її частоти. Тому підвищена пульсація світлового потоку, є **шкідливим виробничим чинником**.

Це явище за певних умов може викликати стробоскопічний ефект і тим самим ініціювати нову небезпеку, в якій людина може отримати травму від обертового або віброуючого об'єкта (свердла, фрези, зубчастого колеса і т. ін.).

Стробоскопічним ефектом називається порушення зорового сприйняття обертових і віброуючих об'єктів, коли створюється ілюзія зміни напрямку, швидкості їх руху або ілюзія повної зупинки.

Для того, щоб виключити стробоскопічний ефект, що виникає на робочих місцях з обертовими маховиками, свердлами, фрезами, зубчастими колесами і подібними об'єктами, використовують джерела місцевого освітлення з лампами розжарювання або галогенними лампами. Внаслідок інерційності нитки напруження у цих джерел коефіцієнт пульсації не перевищує 5%.

Для зменшення коефіцієнта пульсації у великих виробничих приміщеннях газорозрядні лампи підключають до різних фаз електромережі.

Світлодіодна лампа. З точки зору еволюції джерел світла, ця лампа найбільш сучасна та енергозберігаюча (див. табл. 4.6). Назва цього типу ламп впливає з світлодіодів, що використовуються як джерела світла. Світлодіодна лампа – це набір світлодіодів і схеми живлення для перетворення мережної енергії на постійний струм низької напруги. На світлодіоди має несприятливий вплив висока температура, через що, світлодіодні лампи мають теплові елементи розсіювання, такі як радіатори й охолоджувальні ребра. Щоб спростити заміну ламп розжарення на світлодіодні, останні конструктивно виконують зі стандартними цоколями: E14 (мінйон), E27, E40 та іншими (рис. 4.42, г). За прогнозами, ринок світлодіодних ламп, зростатиме більш ніж у дванадцять разів протягом наступного десятиріччя, з \$ 2 млрд на початку 2014 до \$ 25 млрд 2023 року.

На відміну від більшості люмінесцентних ламп, світлодіоди набирають повної яскравості без потреби часу на прогрівання; окрім цього, строк служби

люмінесцентних ламп знижується частими вмиканнями та вимиканнями. Таких вад не мають світлодіодні лампи. Більшість світлодіодних ламп не випромінюють світло у всіх напрямках, проте лампи, які розповсюджують світло на усі боки (360°), стають усе більш поширеними. Ці лампи – найбільш екологічно чисті джерела світла. Принцип їх світлодіодного ефекту дозволяє виробляти їх за допомогою безпечних компонентів для природного середовища.

Серед **недоліків** можна виділити тільки один – вони дорожче, ніж інші лампи, але їх велика ціна багаторазово окупає під час подальшої експлуатації.

Виробниче освітлення для створення сприятливих умов зорової роботи, має відповідати таким **вимогам**:

- створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи;
- забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частоті адаптації органів зору;
- не створювати сліпучої дії як від самих джерел світла, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору і не відбивати світло;
 - не створювати на робочій поверхні різких і глибоких тіней (особливо рухомих);
 - забезпечити достатній для розрізнення деталей контраст освітлюваних поверхонь;
 - створювати необхідний спектральний склад випромінювання;
 - максимальне використання природного світла;
 - оптимальна спрямованість світла (світло має падати на робоче місце переважно з лівого боку);
 - не створювати небезпечних та шкідливих виробничих факторів (шум, тепло, небезпека ураження електрострумом, пожежо- та вибухонебезпечність світильників);
 - освітлення має бути надійним і простим в експлуатації, економічним і естетичним.

4.2.5 Ультрафіолетове випромінювання

Ультрафіолетове випромінювання (УФВ) – частково неіонізуюче електромагнітне випромінювання оптичного діапазону з довжиною хвилі $\lambda \approx 400 \dots 10$ нм і частотою $f = 10^{13} \dots 10^{16}$ Гц є невидимим і впливає на шкіру (засмага) і рогову оболонку ока. Умовно ділиться на ближнє ($\lambda \approx 400 \dots 200$ нм) і далеке (вакуумне, $\lambda \approx 200 \dots 10$ нм) випромінювання. За міжнародною

класифікацією УФВ поділяється на три області:

А – (довгохвильове випромінювання, ближня область, $\lambda \approx 400...320$ нм) – найбільш короткохвильова частина спектра сонячного світла вважається іонізуючим фотонним випромінюванням;

В – (середньохвильове – загальна радіація, $\lambda \approx 320...280$ нм);

С – (короткохвильове – бактерицидна дія, $\lambda \approx 280...200$ нм).

Вплив УФВ призводить, в першу чергу, до ряду специфічних змін у шкірі і органах зору. Встановлено, що воно може супроводжуватися і загальними несприятливими реакціями організму. Найбільш схильний до шкідливої дії УФВ зоровий аналізатор. Гострі ураження очей, так звана електрофтальмія (фото офтальмія), становить гострий кон'юнктивіт. Приблизно через 12 годин захворювання проявляється відчуттям наявності стороннього тіла (піску) в очах, світлобоязню, слезотечею, блефароспазмом. Нерідко виявляється еритема шкіри обличчя і повік, захворювання триває 2–3 дні. З хронічними ураженнями пов'язують хронічний кон'юнктивіт, блефарит, катаракту кришталика.

Ураження шкіри проявляється у вигляді гострих дерматитів з еритемою, іноді набряком, аж до утворення міхурів. Поряд з місцевою реакцією можуть відзначатися загально клінічні явища (підвищення температури, озноб, головний біль, диспепсичні явища). Надалі наступають гіперпігментація та лущення. Класичним прикладом ураження шкіри, викликаним УФВ, служить сонячний опік. Хронічні зміни шкірних покривів, викликані УФВ, виражаються в «старінні» (сонячний еластоз), розвитку кератозу, атрофії епідермісу; можливі злоякісні новоутворення.

УФВ вимірюється і нормується інтенсивністю випромінювання (щільність потоку енергії, Вт/м²).

До найбільш поширених джерел УФВ належать:

- **Сонце**. Воно є джерелом УФВ у широкому діапазоні довжин хвиль. До поверхні Землі доходить УФВ у діапазоні 400 ... 280 нм, більш короткі хвилі УФВ Сонця поглинаються озоном стратосфери. Надлишкового впливу сонячної радіації піддаються люди, робота яких пов'язана з перебуванням на відкритому повітрі (сільськогосподарські робітники різних спеціальностей, будівельні та залізничні робітники, рятувальники, шахтарі відкритих розробок, персонал сонячних електростанцій і ін.);

- **газорозрядні і флуоресцентні лампи і джерела температурного (теплового) випромінювання**. Найбільш поширені типи газорозрядних ламп: ртутні лампи **низького тиску** (велика частина випромінюваної енергії має

довжину хвилі $\lambda = 253,7$ нм, що відповідає максимуму бактерицидної ефективності, використовується для боротьби з шкідливими мікроорганізмами) і **високого тиску** (з довжинами хвиль 254, 297, 303, 313 нм – широко використовуються у фотохімічних реакторах, у друкарській справі, для фототерапії шкірних хвороб); ксенонові лампи високого тиску (спектр близький до сонячного спектра над стратосферою; застосовуються так само, як ртутні);

- **імпульсні лампи** (оптичні спектри залежать від використаного газу – ксенон, криптон, аргон, неон та ін.);
- **газо- і електрозварювальні апарати**;
- **лазери** (ексимерні лазери з довжиною хвилі 193, 248, 308, 351 нм);
- **будь-який матеріал, нагрітий до температури вище 2500 К.**

Заходи щодо захисту від УФВ багато в чому аналогічні заходам щодо захисту електромагнітної небезпеки, що розглянуті вище. Особливостями захисту від УФВ є екрани (хімічні речовини і покривні креми, що містять інгредієнти та поглинають УФВ; різні завади, що відбивають, поглинають або розсіюють промені). Ефективним засобом захисту є спеціальний одяг, виготовлений з тканин, які найменш пропускають УФВ (наприклад, з попліну). Для захисту очей у виробничих умовах використовують світлофільтри (окуляри, шоломи) з темно-зеленого скла.

4.2.6 Лазерне випромінювання

Лазери – оптичні квантові генератори, що знайшли широке застосування в різних областях науки і техніки (обробці металів, мікроелектроніці, біології, метрології, медицині, геодезії, зв'язку, спектроскопії, голографії, обчислювальній і побутовій техніці і т.д.). Лазери бувають **імпульсного і безперервного випромінювання**. Імпульсне випромінювання – з тривалістю не більше 0,25 с, безперервне – 0,25 с і більш. Промисловістю випускаються **твердотільні, газові і рідинні лазери**. Лазерне випромінювання характеризується інтенсивністю (енергетичною освітленістю) або дозою (енергетичною експозицією) випромінювання. Енергетична освітленість (інтенсивність) ($\text{Вт}/\text{см}^2$) – це щільність потоку енергії випромінювання, що падає на малу ділянку поверхні. Енергетична експозиція (доза) ($\text{Дж}/\text{см}^2$) – щільність енергії випромінювання, що падає на малу ділянку поверхні.

Лазерне випромінювання може генеруватися в діапазоні довжин хвиль $\lambda = 0,2 \dots 1000$ мкм, що розбивається на **наступні області спектра** відповідно до біологічної дії:

- ультрафіолетова, $\lambda = 0,2 \dots 0,4$ мкм майже цілком поглинається в роговій

оболонці. Випромінювання поглинається шкірою вік, роговою оболонкою, кристаликами ока. Виникає опік. Болючі відчуття виникають через секунди, ушкодження ока – через кілька хвилин. Види ушкоджень: гіперемія шкіри повік, лазерна офтальмія, світлобоязнь, помутніння кристалика ока. Випромінювання УФ області є кумулятивним. Відчуття піску в очах з'являється не відразу;

– видима, $\lambda = 0,4 \dots 0,75$ мкм. Основне ушкодження – опік і руйнування сітчастої, судинної і райдужної оболонки ока;

– інфрачервона, $\lambda = 0,75 \dots 1,64$ мкм. Випромінювання поглинається райдужною, сітчастою ($\lambda = 0,7 \dots 1,4$ мкм.), судинною і роговою оболонками, кристаликом, склоподібним тілом, шкірою повік.

Біологічна дія лазерного випромінювання залежить від:

- інтенсивності;
- тривалості випромінювання;
- довжини хвилі випромінювання;
- частоти проходження імпульсів;
- тривалості імпульсу дії;
- площі опромінюваної ділянки;
- біологічних особливостей опромінюваних тканин і органів.

Лазерне випромінювання небезпечно для людини. Біологічні ефекти, що виникають під час його дії на організм людини, діляться на дві групи:

– **первинні ефекти** – органічні зміни, що виникають безпосередньо в опромінюваних тканинах;

– **вторинні ефекти** – неспецифічні зміни, що з'являються в організмі у відповідь на опромінювання.

За ступенем небезпеки випромінювання, що генерується, лазери діляться на **4 класи**:

1 клас – випромінювання не становить небезпеки для очей і шкіри;

2 клас – становить небезпеку для очей прямим і дзеркально відображеним випромінюванням;

3 клас – становить небезпеку для очей прямим і дзеркально відображеним випромінюванням, дифузійним випромінюванням на відстані 10 см від поверхні, що відбиває, а також небезпека для шкіри прямим і дзеркально відображеним випромінюванням;

4 клас – становить небезпеку для шкіри дифузно відображеним випромінюванням на відстані 10 см від поверхні, що відображає.

Згідно з ДСТУ ISO 7010:2009 (ISO 7010:2003, IDT) на робочих місцях та території підприємства, де виникає електромагнітна небезпека, що створювана

джерелами лазерного випромінювання мають бути розміщені знаки «Попередження! Лазерне випромінювання!» (рис. 4.43).



Рисунок 4.43 – Знак електромагнітної небезпеки
«Попередження! Лазерне випромінювання!»

Методи захисту від лазерного випромінювання такі ж самі як і методи захисту від електромагнітної небезпеки, що наведені вище. Але для технічних методів і засобів є деякі особливості, а саме:

– для лазерів 2–3 класів необхідні огорожа робочої зони або екранування пучка випромінювання. Установки 3–4 класів мають забезпечуватися сигнальними пристроями. Лазери 4 класу крім того повинні мати дистанційне керування і розміщуватися в спеціально відведених приміщеннях;

– у всіх випадках промінь лазера має бути направлений на капітальну вогнестійку стінку, що не відбиває.

– всі поверхні в приміщенні забарвлюються в кольори з малим коефіцієнтом віддзеркалення. Не має бути поверхонь (у тому числі і деталей устаткування), що мають блискіть, здатних відбивати падаючі на них проміння. Освітлення (загальне і місцеве) в цих приміщеннях має бути рясним, щоб зіниця ока завжди була максимально звужена.

4.2.7 Іонізуюче випромінювання

Основну частину іонізуючого опромінення населення земної кулі отримує від **природних джерел** випромінювань. **Радіаційний фон**, що утворюється космічними променями, дає менше половини зовнішнього опромінення, яке одержує населення від природних джерел радіації. Космічні промені переважно приходять до нас з глибин Всесвіту, але деяка певна їх частина народжується на Сонці під час сонячних спалахів. Космічні промені можуть досягати поверхні Землі або взаємодіяти з її атмосферою, породжуючи повторне випромінювання і призводячи до утворення різноманітних радіонуклідів.

Опромінення від природних джерел радіації зазнає все населення Землі,

проте одні з них одержують більші дози, інші – менші. Людина зазнає опромінення двома способами – **зовнішнім** і **внутрішнім**. Якщо радіоактивні речовини знаходяться поза організмом і опромінюють його ззовні, то у цьому випадку говорять про зовнішнє опромінення. А, якщо ж вони знаходяться у повітрі, яким дихає людина, або у їжі чи воді і потрапляють всередину організму через органи дихання та кишково-шлунковий тракт, то таке опромінення називають внутрішнім.

За декілька останніх десятиліть людство створило сотні штучних радіонуклідів і навчилося використовувати енергію атома як у військових цілях – для виробництва зброї масового ураження, так і в мирних – для виробництва енергії, пошуку корисних копалин, діагностичному устаткуванні та ін. Серед техногенних джерел іонізуючого опромінення на сьогодні людина найбільш опромінюється під час медичних процедур і лікування, пов'язаного із застосуванням радіоактивності, джерел радіації. Радіація використовується в медицині як у діагностичних цілях, так і для лікування. Одним із найпоширеніших медичних приладів є рентгенівський апарат. Також все більше поширюються і нові складні діагностичні методи, що спираються на використання радіоізотопів. Усе це призводить до збільшення опромінення як окремих людей, так і населення Землі загалом.

Іонізуюче випромінювання – це будь-яке випромінювання, взаємодія якого із середовищем призводить до утворення електричних зарядів різних знаків. До **якісних** характеристик іонізуючого випромінювання належать:

- **енергія випромінювання** (Дж);
- **проникаюча здатність** (м, см, мм), яка визначається відстанню пробігу, тобто шляхом, пройденим часткою в речовині до її повного зникнення. Проникаюча здатність всіх видів іонізуючого випромінювання залежить від енергії;
- **іонізуюча здатність** визначається питомою іонізацією, тобто числом пар іонів, що утворюються частинкою в одиниці об'єму, маси середовища або на одиниці довжини шляху. Різноманітні види випромінювань мають різноманітну іонізуючу спроможність.

Розрізняють такі види іонізуючих випромінювань: α -, β -випромінювання, фотонне і нейтронне випромінювання. Випромінювання α - та β -частинок, а також нейтронів та протонів визначається як **корпускулярне** випромінювання.

Альфа-випромінювання, маючи малу довжину пробігу α -частинок, характеризується **слабкою проникаючою здатністю**, затримуючись навіть аркушем паперу. Випромінювання практично не спроможне проникнути через зовнішній шар шкіри, утворений відмерлими клітинами. Тому α -випроміню-

вання умовно безпечно до тих пір, доки радіоактивні речовини, що випускають α -частинки, не потраплять всередину організму через органи дихання, травлення або через відкриті рани і опікові поверхні. α -частинки та інші відносно важкі заряджені частинки належать до променів з **високою іонізуючою здатністю**.

Бета-випромінювання – потік β -частинок (електронів і позитронів), мають **більшу проникаючу здатність** порівняно з α -випромінюванням. Пробіг β -частинок у повітрі може досягати декількох метрів, а в біологічній тканині декількох сантиметрів. Однак, вони легко затримуються тонким листом металу. Як і α -випромінювання, β -активні радіонукліди більш небезпечні при попаданні всередину організму. β -частинки викликають меншу іонізацію уздовж траєкторії руху, ніж α -частинки, тому вони належать до променів з **середньою іонізуючою здатністю**.

Нейтронне випромінювання виникає при поділі важких ядер і в інших ядерних реакціях. Джерелами нейтронного випромінювання на АЕС є ядерні реактори, ізотопні джерела, що містять природні або штучні радіонукліди, змішані з речовиною, що випускає нейтрони під впливом бомбардування його α -частинками або γ -квантами. При взаємодії нейтронів з речовиною спостерігаються два типи процесів: розсіяння нейтронів і ядерні реакції, у тому числі вимушений поділ важких ядер. Саме з останнім видом взаємодій пов'язане виникнення ланцюгової реакції, що відбувається при атомному вибуху і в ядерних реакторах та супроводжується виділенням величезної кількості енергії. **Проникаюча здатність** нейтронного випромінювання **висока**, порівняно з γ -випромінюванням. Нейтрони є окремим випадком, тому що вони не викликають безпосередню іонізацію. Проте, продукти їхньої взаємодії з речовиною можуть мати високу, середню або низьку **іонізуючу здатність**.

Фотонне випромінювання складається з рентгенівського і гамма-випромінювання (γ -випромінювання), що належать до електромагнітного іонізуючого випромінювання.

Поширюючись зі швидкістю світла, γ -промені, завдяки енергії гамма-квантів, мають значно **більшу проникаючу здатність**, ніж α - і β -частинки. Їх може затримати лише товста свинцева або бетонна плита. На відміну від γ -випромінювання рентгенівське має атомне походження. Незважаючи на різне походження цих випромінювань, природа їх однакова, і тому рентгенівське і γ -випромінювання називають фотонним випромінюванням. Під дією фотонного випромінювання відбувається опромінення всього організму. Воно є основним

фактором ураження при впливі на організм випромінювання від зовнішніх джерел. Рентгенівські та γ -промені продукують найменшу кількість іонів, проходячи через поглинач, і тому вони належать до променів з **низькою іонізуючою здатністю**.

Чим більше іонізуюча здатність випромінювання, тим менше його проникаюча здатність, і навпаки (рис. 4.44).

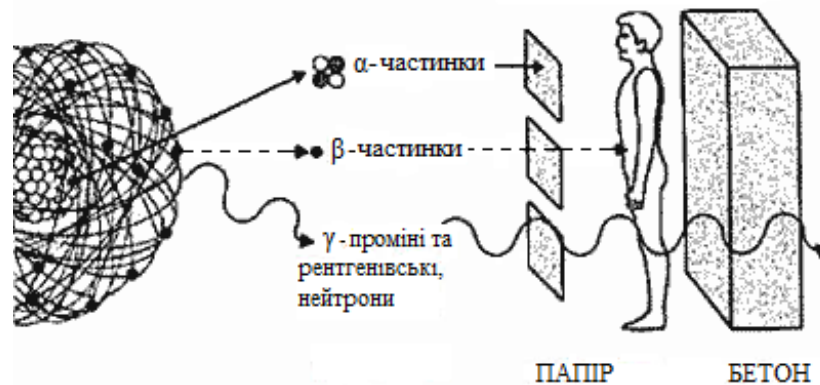


Рисунок 4.44 – Проникаюча здатність іонізуючого випромінювання

Маючи різну проникаючу здатність, іонізуючі випромінювання різних типів мають різний вплив на тканини живого організму. При цьому ушкоджень, що викликаються випромінюванням, буде тим більше, чим більша енергія впливає на біологічний об'єкт. Кількість енергії, передана організму при іонізуючому впливі, називається **дозою**. Радіонукліди утворюють випромінювання в момент перетворення одних атомних ядер в інші. Вони характеризуються **періодом напіврозпаду** (від секунд до мільйонів років), **активністю** (числом радіоактивних перетворень за одиницю часу), що характеризує їх іонізуючу здатність. Активність у міжнародній системі (SI) вимірюється в беккерелях (Бк), а позасистемною одиницею є Кюрі (Ки). Один Ки = 37 – 109 Бк.

Кількісна характеристика дії іонізуючого випромінювання в будь-якому середовищі залежить від енергії випромінювання й оцінюється **дозою** іонізуючого випромінювання, яка визначається для повітря, речовини і біологічної тканини. Відповідно розрізняють **експозиційну, поглинену та еквівалентну дози** іонізуючого випромінювання. Для корпускулярних випромінювань – густина потоку частинок.

Експозиційна доза характеризує іонізуючу здатність випромінювання в повітрі, вимірюється в кулонах на 1 кг (Кл/кг); позасистемна одиниця – рентген

(Р); $1 \text{ Кл/кг} = 3,88 - 103 \text{ Р}$. Рентген дорівнює такій дозі γ -випромінювання, яка створює в одному кубічному сантиметрі сухого повітря загальний заряд іонів, рівний одній одиниці електричного заряду. При вимірюванні в повітрі експозиційної дози γ -випромінювання використовуються співвідношення між рентгеном і греєм: $1 \text{ Р} = 8,77 \text{ мДж/кг}$ або $8,77 \text{ мГр}$. Відповідно $1 \text{ Гр} = 114 \text{ Р}$.

Поглинута доза характеризує енергію іонізуючого випромінювання, що поглинається одиницею маси опроміненої речовини. Вона вимірюється в греях – Гр ($1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$). Застосовується і позасистемна одиниця рад, але у даний час ця одиниця виходить з ужитку ($1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр} = 0,01 \text{ Дж/кг}$).

Доза, яку одержує людина, залежить від виду випромінювання, енергії, щільності потоку і тривалості впливу. Поглинута та експозиційна дози випромінювання, що належать до одиниці часу, визначають потужність доз (рівень радіації). Рівень радіації характеризує ступінь забруднення місцевості та вказує, яку дозу може отримати людина, перебуваючи на забрудненій території, за певний проміжок часу.

Таким чином, одиницею вимірювання рівня радіації є рентген, або грей. Однак величина поглиненої дози не враховує того, що при однаковій поглиненій дозі α -випромінювання і нейтронне випромінювання набагато небезпечніше, ніж β -випромінювання або γ -випромінювання. Тому для більш точної оцінки ступеня ураження організму величину поглиненої дози треба збільшити на деякий коефіцієнт, що відображає здатність випромінювання даного виду ушкоджувати біологічні об'єкти. Такий коефіцієнт називається *радіаційним зважувальним чинником*. Його величина для β - і γ -випромінювань приймається рівною 1, для α -випромінювання – 20, для нейтронного випромінювання змінюється в діапазоні 5–20 залежно від енергії нейтронів. Щоб врахувати цей ефект, введено поняття **еквівалентної дози**.

Еквівалентна доза є мірою біологічного впливу випромінювання на конкретну людину, тобто індивідуальним критерієм безпеки, зумовленим іонізуючим випромінюванням. За одиницю вимірювання еквівалентної дози прийнятий зіверт (Зв). Зіверт дорівнює поглинутій дозі в 1 Дж/кг (для рентгенівського та γ -випромінювань). У системі СІ припустиме застосування несистемних одиниць виміру часу, таких як година, доба, рік, тому при розрахунку доз застосовують такі розмірності, як Зв/год, Зв/доба, Зв/рік. Позасистемною одиницею іноді служить бер (біологічний еквівалент рада) – $1 \text{ бер} = 0,01 \text{ Зв}$.

Густина потоку частинок – кількість частинок, що проходять через

одиначну поверхню в одиницю часу, їх кінетична енергія і час дії визначають ступінь дії даного, корпускулярного випромінювання на опромінювану речовину. Одиниця виміру – част./ $(\text{с}\cdot\text{м}^2)$ або $1/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$.

Біологічна дія іонізуючих випромінювань має ряд загальних властивостей, дві з яких – здатність проникати через матеріали різної товщини й іонізувати повітря та живі клітки організму. У результаті дії іонізуючого випромінювання на організм людини в тканинах можуть виникати складні фізичні, хімічні та біологічні процеси. При цьому порушується нормальне протікання біохімічних реакцій та обмін речовин в організмі. Залежно від поглинутої дози випромінювання та індивідуальних особливостей організму викликані зміни можуть носити зворотний або незворотний характер. При незначних дозах опромінення уражені тканини відновлюються. Тривалий вплив доз, які перевищують гранично допустимі межі, може викликати незворотні зміни в окремих органах або у всьому організмі й виразитися у хронічній формі променевої хвороби. Віддаленими наслідками променевого ураження можуть бути променеві катаракти, злоякісні пухлини.

Внаслідок дії **радіації** відбувається гальмування функцій кровотворних органів, звуження судин, розлад шлунково-кишкового тракту, імунної системи організму. Тривалий вплив іонізуючого випромінювання в дозах, що перевищують гранично допустимі, може викликати порушення сну, погіршення апетиту, сухість шкіри, розлади органів травлення, порушення обміну речовин, зміни в серцево-судинній системі, руйнування кровоносних судин, крововиливи в судинах мозку та серцевому м'язі, випадання волосся, катаракту, порушення діяльності статевих органів, генетичні порушення.

Особливостями дії іонізуючого випромінювання на організм людини визначають:

- людина не відчуває іонізуючого випромінювання;
- висока руйнівна ефективність поглинутої енергії іонізуючого випромінювання – навіть дуже мала його кількість може спричинити глибокі біологічні зміни в організмі;
- наявність прихованого (інкубаційного) періоду проявлення впливу іонізуючого випромінювання (період уявного благополуччя). Він може бути досить тривалим при опроміненнях у малих дозах;
- вплив малих доз іонізуючого випромінювання може накопичуватися в організмі (кумулятивний ефект);
- іонізуюче випромінювання негативно впливає не лише на дану людину, а й на її майбутніх нащадків (генетичний ефект);

– ступінь впливу іонізуючого випромінювання залежить від індивідуальних особливостей організму людини;

– при одній і тій самій дозі випромінювання у дітей уражається більше клітин, ніж у дорослих, тому що у дітей всі клітини перебувають у стадії поділу;

– наслідки опромінення істотно залежать від його дози та частоти. Одноразова дія іонізуючого випромінювання великої дози викликає більші зміни в організмі людини, ніж його фракціонована дія;

– різні органи організму людини мають різну чутливість до випромінювання. Найсильнішого негативного впливу зазнають клітини червоного кісткового мозку, щитовидна залоза, легені, молочні залози, статеві органи, печінка, нирки, селезінка, очі, тобто органи, клітини яких мають високий рівень поділу.

Небезпека радіоактивних елементів для людини визначається здатністю організму поглинати та накопичувати ці елементи. Тому при потраплянні радіоактивних речовин усередину організму уражаються ті органи та тканини, у яких відкладаються ті чи інші ізотопи: йод – у щитовидній залозі; стронцій – у кістках; уран і плутоній – у нирках, товстому кишечнику, печінці; цезій – у м'язовій тканині; натрій поширюється по всьому організму. Ступінь небезпеки залежить від швидкості виведення радіоактивних речовин з організму людини. При розрахунку доз, одержуваних організмом, слід враховувати, що одні частини тіла (органи, тканини) більш чутливі до опромінення, ніж інші. Зокрема, при однаковій еквівалентній дозі ураження легень більш імовірно, ніж, наприклад, щитовидної залози.

Міжнародною комісією з радіаційного захисту (МКРЗ) були розроблені коефіцієнти радіаційного ризику для різних тканин (органів) людини при рівномірному опроміненні всього тіла для обчислень, які рекомендується використовувати в ході оцінки дози опромінення людини (табл. 4.7).

Після помноження величини еквівалентної дози для даного органу на відповідний коефіцієнт і підсумовування її по всіх органах і тканинах отримують **ефективну еквівалентну дозу**, яка відображає сумарний ефект від опромінення організму. Ця доза також вимірюється в Зівертах. Описане поняття дози характеризує лише індивідуально одержувані дози.

Таблиця 4.7 – Коефіцієнти радіаційного ризику для різних тканин (органів) людини при рівномірному опроміненні всього тіла

№	Органи і біологічні тканини людини	Коефіцієнти ризику
1	Червоний кістковий мозок	0,12
2	Легені	0,12
3	Молочна залоза	0,15
4	Яєчники, сіменники	0,25
5	Кісткова тканина	0,3
6	Щитовидна залоза	0,3
7	Інші тканини	0,3
8	Організм в цілому	1

За необхідності вивчення ефектів дії радіації на групу людей використовується поняття **колективної ефективної еквівалентної** дози, яка дорівнює сумі індивідуальних ефективних еквівалентних доз і вимірюється в людино-зівертах (люд.Зв).

Оскільки багато радіонуклідів розпадаються дуже повільно і діятимуть на населення у віддаленому майбутньому, колективну ефективну еквівалентну дозу від подібних джерел отримуватимуть ще багато поколінь людей, що живуть на планеті. Для оцінки зазначеної дози введено поняття **очікуваної (повної) колективної ефективної еквівалентної** дози, яка дозволяє прогнозувати ураження групи людей від дії постійних джерел радіації. Описана вище система понять наведена на рис. 4.45.

Радіаційні ураження можуть бути **загальними** та **місцевими** (променеві опіки шкіри, слизових оболонок тощо.)

Існують порогові значення дози опромінення. За одноразової рівномірної дії γ -випромінювання на все тіло з дозою до 0,025 Гр (2,85 Р або 25 рад) суттєві зміни у стані здоров'я людини не настають. При дозі у 0,025÷0,05 Гр (2,85÷5,7 Р) мають місце тимчасові зміни складу крові, які відносно швидко зникають. При дозах 0,05÷0,1 Гр (5,7÷ 11,4 Р) виникає почуття втоми, порушується нормальний стан працездатності, помірні зміни складу крові, у 10 % опромінених спостерігається блювання. При більших дозах виникає **променева хвороба** (може бути від I ступеня (легкого) до IV ступеня (вкрай важка форма)).

Гостра форма променевої хвороби виникає в результаті опромінення великими дозами за короткий проміжок часу. При дозах порядку тисяч рад ураження організму може бути миттєвим. Хронічна форма розвивається в

результаті тривалого опромінення дозами, що перевищують ліміти дози. Більш віддаленими наслідками променевого ураження можуть бути променеві катаракти, злоякісні пухлини та ін. Надзвичайно велика доза викликає настільки серйозні ураження, що смерть, як правило, настає протягом кількох годин або діб. Якщо доза опромінення перевищує 1000 Гр (114000 Р), людина може загинути під час опромінення («смерть під променем»).

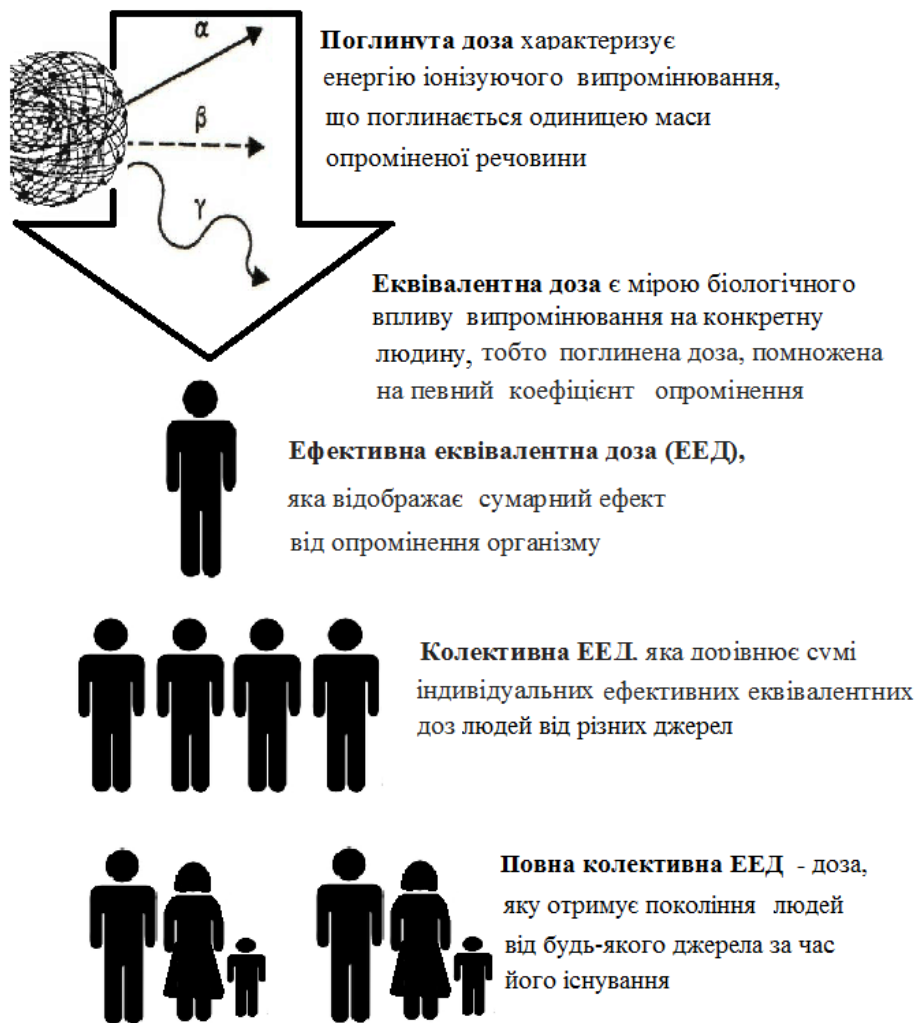


Рисунок 4.45 – Узагальнена система понять про дози радіаційного опромінення населення

Захист працюючих від впливу радіаційного випромінювання забезпечується системою загальнодержавних заходів. Вони складаються з комплексу організаційних і технічних заходів та методів. Ці заходи залежать від конкретних умов роботи з джерелами іонізуючого випромінювання та від типу джерела випромінювання. Для захисту від зовнішнього опромінювання, яке має місце під час роботи із закритими джерелами випромінювання, основні

заходи такі самі, як і методи та засоби від електромагнітної небезпеки, а саме:

- захист відстанню;
- захист часом;
- екранування джерела випромінювання (захист екранами);
- засоби індивідуального захисту.

Під закритими джерелами радіаційного випромінювання розуміють такі, які виключають можливість потрапляння радіоактивних речовин у навколишнє середовище. У виробничих і лабораторних умовах необхідно якомога швидше застосовувати дистанційне управління роботою обладнання, яке дає можливість виконувати операції з радіоактивними речовинами на відстані.

Захист від внутрішнього опромінення вимагає виключення безпосереднього контакту з радіоактивними речовинами у відкритому вигляді та попередження потрапляння їх у повітря робочого простору. Під внутрішнім пороміненням розуміють вплив на організм людини випромінювань радіоактивних речовин, що потрапляють всередину організму. Перш за все, згідно з ДСТУ ISO 7010:2009 (ISO 7010:2003, IDT) для постійного розміщення на робочих місцях та території підприємства мають бути знаки небезпеки «Увага! Радіоактивний матеріал або іонізуюче випромінювання!» (рис. 4.46)



Рисунок 4.46 – Знак небезпеки «Увага! Радіоактивний матеріал або іонізуюче випромінювання!»

Особливе значення під час роботи з відкритими джерелами радіоактивного випромінювання має **особиста гігієна та засоби індивідуального захисту працюючого**. Залежно від виду виконуваних робіт і небезпечності цих робіт застосовують спецодяг (комбінезони або костюми), спецбілизну, шкарпетки, спецвзуття, рукавиці, респіратори. Радіоактивні речовини мають знаходитися у спеціальних приміщеннях. По кожному з них необхідно вести суворий облік надходжень і витрат, щоб виключити можливість їхнього безконтрольного використання. Порядок транспортування радіоактивних речовин регламентується спеціальними правилами. Радіоактивні

речовини перевозять у спеціальних контейнерах і спеціально обладнаним транспортом. До організацій і установ, у яких постійно виконуються роботи з радіоактивними речовинами, підвищені вимоги з охорони праці. Керівництво цих організацій зобов'язане розробити детальні інструкції, в яких викладено порядок проведення робіт, облік збереження та використання джерел випромінювання, збір та знешкодження відходів, порядок проведення дозиметричного контролю.

4.3 Акустична небезпека та вібрація

4.3.1 Виробничий шум та методи його зниження

Акустичні коливання в діапазоні 16...20000 Гц сприймаються людиною у вигляді звуку. **Звук** – це механічні коливання, що розповсюджуються хвилеподібно в пружних середовищах: газах, рідинах і твердих тілах та сприймаються органами слуху. Вухо перетворює коливальний рух звукової хвилі в певне відчуття, яке сприймається свідомістю як звук. Більшість таких коливань мають велике сигнальне значення, тобто несуть інформацію про явища, походження яких послужили причиною цих коливань. Розкладання звуку на компоненти і передача в мозок кодованої інформації дають можливість розуміти чужу мову і управляти своєю. За допомогою вуха визначають напрямок і відстань до джерела звуку. Основні фізичні характеристики звукових хвиль: **частота, швидкість поширення, звуковий тиск й інтенсивність звуку.**

Частота – одна з основних характеристик, за якою людина розрізняє звуки. Чим вище частота коливань – тим вище **тон** звуку. Частоті 20 Гц відповідає найнижчий тон, сприймається людиною з нормальним слухом. Верхня частотна межа слухового сприйняття сильно різниться у різних людей. При бездоганному слуху можна почути звук до 20 кГц, але в середньому верхня межа чутності становить 16–18 кГц. Звукові коливання з частотою нижче 20 Гц (інфразвук) і з частотою вище 16 кГц (ультразвук) вухом, як правило, не сприймаються. Тим самим людина захищається від численних природних і техногенних джерел інфра- та ультразвуку.

Довжина хвилі λ , частота коливань f (число повних коливань (періодів) за секунду; одиниця виміру – Гц) та швидкість поширення звукової хвилі C пов'язані між собою співвідношенням $C = \lambda f$. Швидкість звукової хвилі залежить від пружних властивостей, щільності і температури середовища.

В ізотропному середовищі довжина звукової хвилі, оскільки і електромагнітної хвилі, прямо пропорційна швидкості поширення хвиль C (за нормальних умов швидкість повітря $C = 340$ м/с при $t = 20^{\circ}C$) і обернено пропорційна частоті коливань).

Як і хвилі від камінця, кинутого у воду, звукові хвилі розповсюджуються у всіх напрямках. У повітрі звукові хвилі є плоскими, і тому поширюються у вигляді поздовжніх хвиль. У рідині й газі поширюються лише поздовжні хвилі і будь-який хвильовий рух у цих середовищах складений лише з поздовжніх хвиль, що поширюються в різних напрямках.

З рівнянь руху твердого середовища (рівнянь теорії пружності) доведено, що будь-який хвильовий рух твердого тіла складається з суми поперечних (рис. 4.47, а) і поздовжніх хвиль (рис. 4.47, б). У твердому середовищі можуть поширюватися поздовжні хвилі, в яких частки коливаються вздовж напрямку поширення, та поперечні хвилі, в яких частки коливаються в площинах, перпендикулярних до напрямку поширення. Найбільш значні відмінності між цими двома типами хвиль в тому, що поперечна хвиля має властивість поляризації (коливання відбуваються в певній площині) а поздовжні – ні.



Рисунок 4.47 – Поперечна та поздовжня хвиля

На рис. 4.47, а показана поперечна хвиля, що розповсюджується вправо, частинки коливаються верх–вниз, на рис.4.47, б – поздовжня хвиля, що теж розповсюджується вправо, але частинки середовища коливаються вліво–вправо. Швидкість поздовжніх хвиль примірна в 1,5 рази більша за швидкість поперечних хвиль.

Область середовища, в якій поширюються звукові хвилі, називається **звуковим полем**. У кожній точці звукового поля тиск і швидкість руху частинок змінюються в часі. Основними фізичними параметрами звукового

поля (звукових хвиль) є: звуковий тиск, інтенсивність, частота. Зміна стану середовища, в якому поширюються звукові хвилі, характеризується **звуковим тиском** P – перевищенням над тиском у незбуреному середовищі (одиниця виміру Паскаль (Па)). Звуковим тиском P вважають різницю між атмосферним тиском і тиском, що виник у результаті коливань, створених джерелом звуку, в даній точці звукового поля. Звуковий тиск є мірою оцінки звукової хвилі в певній точці простору.

При поширенні звукової хвилі відбувається перенесення енергії. Середній потік енергії в будь-якій точці середовища в одиницю часу, віднесений до одиниці площі поверхні, нормальної до напрямку поширення хвилі, називається **інтенсивністю звуку** ($\text{Вт}/\text{м}^2$) в даній точці:

$$I = \frac{P^2}{\rho c},$$

де P – звуковий тиск, Па (або $\text{Н}/\text{м}^2$);

c – швидкість поширення звуку (у сухому повітрі за температурою 20°C $c=343$ м/с).

ρ – щільність повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Добуток $\rho \cdot c$ називається **питомим акустичним опором середовища**.

В діапазоні від порога чутності до больового порогу звукова енергія збільшується в мільйони разів. На практиці користуються **рівнями інтенсивності та звукового тиску**. Ці величини вимірюються за допомогою логарифмічних шкал. Одиниця виміру – децибел (дБ). Децибел – це відносна величина, яка показує, у скільки разів у десяткових логарифмічних значеннях даний звуковий тиск більший від порогового відчуття.

Рівень звуку (рівень інтенсивності) визначається як:

$$L_I = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0},$$

де $I_0 = 10^{-12}$ $\text{Вт}/\text{м}^2$ – мінімальна інтенсивність звуку, яка сприймається вухом людини на стандартній частоті порівнювання 1000 Гц.

Рівень звукового тиску теж вимірюється в дБ та визначається так:

$$L_P = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_0},$$

де $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Н/м² – це найтихіший звук, який може сприйняти вухо людини на частоті 1000 Гц.

Мінімальна величина звуковою тиску та інтенсивності, яка ледве відчувається органом слуху людини, називається **порогом чутності або умовним нулем чутності**. На частоті 1000 Гц мінімальне значення звукового тиску та мінімальна інтенсивність звуку за нормальних атмосферних умов відповідають звуку, який створює писк комара.

Максимальна сила звуку, яку людина ледве витримує і відчуває, характеризується **порогом відчуття болю (больовим порогом)**. Настає при рівні звуку у 120 дБ.

Людське вухо реагує не на абсолютну інтенсивність звуку, а на його приріст, тобто рівень інтенсивності звуку. Весь діапазон звуків, що чує людина, вкладається в межах від 0 до 140 дБ.

Сукупність звуків різної частоти та інтенсивності, які виникають у навколишньому середовищі, викликають неприємне суб'єктивне відчуття і впливають на працездатність та визначається як шум – гігієнічний чинник. **Виробничим шумом** називається шум на робочих місцях, на ділянках або територіях підприємств, який виникає під час виробничого процесу.

Залежно від рівня шуму, його тривалості та індивідуальних особливостей людини в його організмі можуть виникати різні негативні наслідки. Внаслідок тривалої дії шуму перестають чітко працювати вегетативна (незалежна від нашої свідомості частина нервової системи) і ендокринна система, вони перестають стабільно регулювати роботу внутрішніх органів, що обумовлює появу гіпертонічної, ішемічної, виразкової та інших хвороб. Навіть незначний шум створює значне навантаження на нервову систему людини, особливо у людей, зайнятих розумовою працею. Шум впливає на них психічно, викликаючи роздратування. Впливаючи на кору головного мозку, роздратування прискорює процес стомлення, послаблює увагу і уповільнює психічні реакції. З цієї причини шум може стати причиною травми (ініціювати небезпеку).

Чутливість слуху під час дії інтенсивного шуму знижується. Тимчасове зниження слухової чутливості, зване **адаптацією** слуху, є захисною функцією організму. Слідом за адаптацією настає **стомлення** слуху, яке при постійному впливі призводить до **професійного захворювання** – приглухуватості і повної глухоти. Основною ознакою приглухуватості є сильне зниження чутливості

слуху на високих частотах.

Особливостями сприйняття шуму є:

– **логарифмічна залежність сприйняття від інтенсивності** (закон Вебера-Фехнера);

– **нелінійність сприйняття від частоти**. Проявляється в тому, що низькочастотні і високочастотні звуки людина чує гірше, ніж середньо частотні;

– **ефект звукомаскування**. Зі збільшенням рівня шуму втрачається здатність відрізнити корисний сигнал від шуму (зростає поріг чутності корисного сигналу). Для його розпізнавання потрібні додаткові зусилля людини, що призводять до перенапруження нервової системи. В цих умовах підвищується ризик виникнення різних небезпек. Бо втрачається здатність розпізнавати і реально його оцінювати;

– **просторова локалізація звуку**. Локалізація звуку полягає в здатності визначати напрям приходу звукових хвиль, завдяки слуханню двома вухами. Вона аналогічна стереоскопічному ефекту зору. Завдяки бінауральному ефекту людина може визначати розташування й напрямок руху джерел небезпеки. Це особливо важливо в тих випадках, коли об'єкт небезпеки не видно очима (знаходяться ззаду або в темряві, приховані за іншими предметами).

Шуми класифікуються за походженням, за характером спектра та за часовими характеристиками. Ця класифікація лежить в основі нормування шумів і способів захисту від них.

За походженням шуми діляться на механічні, аеродинамічні і електромагнітні. Це важливо для розуміння причини шуму в кожному конкретному випадку і прийняття заходів для його зниження.

Механічні шуми викликані пружними коливаннями, тертям і зіткненням деталей машин і механізмів.

Аеродинамічні шуми викликані вихровими потоками газу під час роботи вентиляторів, турбін, повітропроводів і т. д.

Електромагнітні шуми викликані коливанням феромагнітних мас і витків обмоток під впливом змінних магнітних полів (обмотки і осердя трансформаторів, соленоїдів, електродвигунів та ін.).

За характером спектра шуми поділяються на широкосмугові і тональні (ДСН 3.3.6.037–99 «Санітарні норми шуму, ультразвуку та інфразвуку»).

Широкосмугові шуми мають безперервний спектр шириною більше однієї октави.

Тональні шуми мають в спектрі виражені дискретні тони (перевищення

рівня шуму в третиннооктавній смузі не менше 10 дБ над сусідніми смугами).

За часовими характеристиками шуми поділяються на **постійні** (рівень звуку якого за 8-годинний робочий день (робочу зміну) змінюється в часі не більше, ніж на 5 дБА) та **непостійні** (рівень звуку якого за 8-годинний робочий день (робочу зміну) змінюється в часі більше, ніж на 5 дБА).

Непостійний шум поділяється на :

– мінливий у часі, рівень звуку якого безперервно змінюється (коливається);

– переривчастий, рівень звуку якого ступінчасто змінюється (на 5 дБА і більше), при цьому довжина інтервалів, під час яких рівень залишається сталим, становить 1с і більше;

– імпульсний, який складається з одного або декількох звукових сигналів, кожен тривалістю менше 1с, при цьому рівні шуму відрізняються не менше, ніж на 7 дБА.

Вимірювання шуму виконується з метою його оцінки (порівняння з нормативними значеннями) і, за необхідності, зниження. Основним нормативним документом, який визначає санітарні норми є ДСН 3.3.6.037 – 99 «Санітарні норми шуму, ультразвуку та інфразвуку». Основою нормування є обмеження звукової енергії, яка діє на людину протягом робочої зміни, значеннями, безпечними для її здоров'я і працездатності.

Основними методами нормування шуму є:

– **нормування рівня звуку (дБА);**

– **нормування рівнів звукового тиску (дБ) в октавних смугах** (нормування за граничним спектром).

Нормування рівня звуку (дБА) засновано на вимірі, за яким імітується частотна здатність людини чути звуки. Стандартні вимірювальні прилади (шумоміри) мають шкали А, В, С, які відповідають кривим рівної гучності (відповідно, 40, 70 і 90 дБ на частоті 1000 Гц;). Вимірювання рівня шуму в приладі проводиться через спеціальні фільтри, що імітують ці криві. Інакше кажучи, прилад сприймає шум так, як його чує людина. Зазвичай для виробничих і побутових умов використовується шкала А. Інші шкали розроблені для специфічних умов (випробувань авіаційної техніки та ін.

Нормування рівнів звукового тиску (дБ) в **октавних смугах** (нормування за граничним спектром) засновано на роздільному вимірі рівнів звукового тиску в кожній октавній смузі і порівнянні отриманих значень з допустимими значеннями (граничним спектром). Вимірювання виконуються за допомогою шумомірів з набором октавних фільтрів, кожний з яких пропускає енергію в

окремій смузі частот. У результаті оцінюється не один показник шуму, а весь спектр.

Граничним спектром (ГС) називається сукупність нормованих рівнів звукового тиску у восьми октавних смугах частот. Кожному ГС присвоєно номер, який відповідає рівню звукового тиску на частоті 1000 Гц. Весь спектр звукових коливань розділений на вісім октавних смуг, кожна з яких характеризується середньо геометричною частотою:

$$f_{\text{ср}} = \sqrt{f_{\text{в}} \cdot f_{\text{н}}},$$

де $f_{\text{в}}$ і $f_{\text{н}}$ – відповідно, верхня та нижня частоти октавної смуги. Верхня частота вдвічі більше за нижню $f_{\text{в}} = 2f_{\text{н}}$.

Стандартні значення середньо геометричних частот октавних смуг складають: 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000, Гц. На кожній з цих частот оцінюють рівень звукового тиску шляхом порівняння вимірюваного і нормованого рівня звукового тиску.

Цей метод є найбільш точним, проте більш складним з точки зору проведення експерименту і обробки результату. Він використовується для нормування постійних шумів.

В обох методах виміряні величини порівнюють з допустимими (нормованими) величинами. Обидва методи нормування шуму можуть бути використані як в ході оцінки вимірюваних (реальних) виробничих шумів, так і в теоретичних розрахунках під час проектування захисних засобів.

У ході визначення допустимих величин враховують вид трудової діяльності. Чим вище частка розумової праці, тим меншими мають бути допустимі величини.

Таким чином, шум в аудиторії не має перевищувати згідно з нормами 55 дБА, на вулиці – 70дБА. Забороняється навіть недовготривале перебування в зонах з октавними рівнями звукового тиску вище 135 дБ у будь-якій октавній смузі. Шум в 155 дБ викликає опіки. Шум в 180 дБ людина не витримує. Для тонального та імпульсивного шуму допустимі рівні приймаються на 5дБ меншими за значення, вказані в санітарних нормах.

Основні методи та засоби зниження шуму у виробничих приміщеннях наведені на рис. 4.48, а саме: зменшення рівня шуму в джерелі; зменшення рівня шуму на шляху поширення (звукопоглинання і звукоізоляція); використання архітектурно-планувальних рішень; застосування засобів індивідуаль-

ного захисту; медично-профілактичні заходи.



Рисунок 4.48 – Основні методи та засоби захисту від шуму

Найбільш ефективні технічні засоби **зниження шуму в джерелі виникнення**: зміна видів рухів механізмів, матеріалів, покриттів; рознесення мас і жорсткості; балансування обертових частин та ін. Зниження шуму досягається установкою звукоізолюючих і звукопоглинальних екранів, перегородок, кожухів, кабін.

Розглянемо фізичний процес проходження звукової хвилі через перегородку (стіну, перекриття). Відповідно до закону збереження енергії, інтенсивність звуку, що падає на поверхню стінки, дорівнює

$$I_{пад} = I_{відб} + I_{погл} + I_{прон} ,$$

де $I_{відб}$ – інтенсивність відбитого звуку;

$I_{погл}$ – інтенсивність поглинутого звуку;

$I_{прон}$ – інтенсивність звуку, який проник крізь перегородку.

Якщо розділити ліву і праву частини рівняння на $I_{пад}$, отримаємо

$$1 = \frac{I_{відб}}{I_{пад}} + \frac{I_{погл}}{I_{пад}} + \frac{I_{прон}}{I_{пад}} = \alpha_{відб} + \alpha_{погл} + \alpha_{прон} ,$$

де $\alpha_{\text{відб}}$ – коефіцієнт відбиття (0...1);

$\alpha_{\text{погл}}$ – коефіцієнт поглинення (0...1);

$\alpha_{\text{прон}}$ – коефіцієнт проникності (0...1).

Ці коефіцієнти характеризують відповідні властивості матеріалів, використовуваних для захисту від шуму – звукопоглинання або звукоізоляції.

Зменшення шуму **звукопоглинанням** є переходом коливальної енергії хвиль в теплову енергію за рахунок подолання тертя в порах матеріалу і розсіювання енергії в навколишньому середовищі. Кращі звукопоглинальні властивості забезпечуються пористими матеріалами (скловата, повсть, каучук, поролон та ін.). Товщина залежить від властивостей матеріалу (20–200 мм). Для **звукоізоляції** велике значення має маса огорож, щільність матеріалу (метал, дерево, пластик, бетон і ін.), конструкція огорожі. Так, стіна цегляна зменшує шум до 46, скло – до 30 дБ.

Використання **архітектурно-планувальних рішень** виконується за рахунок раціонального розміщення робочих місць, приміщень та будівель по відношенню до джерел шуму, посадка зелених насаджень тощо.

Для захисту працюючих застосовуються **засоби індивідуального захисту**, а саме: вушні вкладиші, навушники, шоломофони та ін. Вкладиші і навушники іноді вбудовують в каски, шоломи. Вушні вкладиші виконують з каучуку, еластичних матеріалів, гуми, ебоніту і ультра тонкого волокна. В ході їхнього застосування отримують зниження рівня звукового тиску на 10–15 дБ. Навушники знижують рівень звукового тиску на 7–35 дБ в середньому діапазоні частот. Шоломофони захищають вушну область і знижують рівень звукового тиску на 30–40 дБ у середньому діапазоні частот.

До основних **організаційних** методів зниження шуму належать:

- захист часом (обмеження часу перебування людини в умовах підвищеного шуму);
- захист відстанню (віддалення робочих місць від джерел шуму).
- організація режиму праці та відпочинку, жорсткий контроль за його виконанням; медичний нагляд за станом здоров'я, лікувально-профілактичні заходи (гідро процедури, масаж, вітаміни та ін.).

4.3.2 Інфразвук та ультразвук

Процеси поширення інфра- та ультразвуку описуються тими ж фізичними законами, що й поширення звуку чутних частот.

Інфразвук та ультразвук – складові частини спектрів шуму, випромі-

нюваного технологічними агрегатами. У промисловості характерними джерелами інфразвуку і низькочастотного шуму є печі, компресори та турбіни; джерелами ультразвуку – процеси ультразвукової обробки металів і ультразвукові дефектоскопи; високочастотного шуму й ультразвуку – прокатні стани.

Специфіка **інфразвуку** обумовлена малою частотою і відповідно великою довжиною хвилі порівняно з розмірами існуючих будівельних конструкцій. Так, на частоті 1 Гц довжина хвилі інфразвуку дорівнює 340 м, на частоті 10 Гц – 34 м. В атмосфері загасання інфразвуку дуже мало: на частоті 10 Гц близько 2 дБ на 1000 км. Інфразвук слабо загасає не тільки тому, що мало поглинається в середовищах, але й тому, що мало розсіюється внаслідок дифракції. Інфразвук випромінюють машини і механізми, у яких ротори (тіла обертання) обертаються з частотою менше 20 Об/с (двигуни внутрішнього згоряння, лопаті вентиляторів, рухомі автомобілі тощо).

Згідно з ДСН 3.3.6.037–99 «Санітарні норми шуму, ультразвуку та інфразвуку» **рівні звукового тиску** в октавних смугах на середньо геометричних частотах 2, 4, 8, 16 Гц мають бути не більше 105 дБ. А для смуги з частотою 33 Гц – не більше 102 дБ.

З точки зору **біологічної дії**, то інфразвук несприятливо впливає на весь організм людини, в тому числі і на органи слуху. Інфразвукові коливання сприймаються як фізичне навантаження; вони менш небезпечні, ніж чутний шум того ж рівня. Ступінь впливу інфразвуку на людину залежить від частотного спектра, рівня і тривалості. Особливо небажані частоти 2–15 Гц через резонансних явищ внутрішніх органів. При впливі на організм інфразвуку частотою 1–3 Гц порушується природний ритм дихання, можлива киснева недостатність, в деяких випадках – задуха. Болі в попереку виникають в діапазоні частот 8–12 Гц, при більш високих частотах з'являються хворобливі симптоми в порожнині рота, гортані, сечовому міхурі, а також у деяких м'язах. Тривала дія інфразвуку, як і вібрацій тих же частот, розвиває патологічні зміни в організмі.

Зміна ритмів дихання і биття серця, розлад шлунку і центральної нервової системи, головні болі та інші порушення виникають при різних рівнях інфразвуку. В осіб, що піддавалися впливу низькочастотної шуму 90–115 дБ протягом тривалого часу, відзначені такі порушення здоров'я, як зміни вестибулярних і рухових функцій, наростаючі зі збільшенням стажу роботи за професією; дратівливість, пригнічений настрій. Інфразвук великих рівнів (більше 140 дБ) при короткочасному впливі викликає нудоту, болі в шлунку,

головні болі, запаморочення, почуття занепокоєння.

Щодо **заходів і засобів захисту** від інфразвуку, то треба зауважити, що завдяки великій довжині хвилі практично неможливо зупинити інфразвук на шляху його розповсюдження за допомогою будівельних конструкцій (внаслідок дифракції хвиль). З цієї ж причини неефективні засоби індивідуального захисту.

Найбільш ефективним є зниження інфразвуку в джерелі його утворення. Загалом можна виділити такі **способи захисту** від інфразвуку:

- збільшення швидкостей обертання роторів до 20 Об/с і більше;
- підвищення жорсткості коливних конструкцій великих розмірів (порівнянних з довжиною хвилі) з метою підвищення резонансної частоти;
- внесення інших змін у конструкцію джерел, що дозволяють перейти в область звукових частот. У цьому випадку з ними можна боротися звукоізоляцією і звукопоглинанням;
- захист часом;
- захист відстанню.

Ультразвукові коливання характеризуються великими частотами і відповідно малими довжинами хвиль; на частоті 40 кГц довжина хвилі в повітрі дорівнює 8,5 мм. Це зумовлює значне затухання ультразвуку при поширенні в середовищах. Повітряним і контактним шляхами поширюються низькочастотний (до 100 кГц) ультразвук, а високочастотний (від 100 кГц до 1 ГГц) – тільки контактним шляхом. Його джерела широко поширені в багатьох галузях промисловості (в апаратах очищення газів, у травильних і знежирювальних ваннах гальванічних процесів, для очищення виливків у ливарному виробництві, при дифузійному зварюванні, різанні, напиленні металів тощо).

При тривалій роботі з ультразвуковими установками можуть відбутися зміни в діяльності центральної нервової системи, слухового і вестибулярного апаратів. Порівняно з високочастотним шумом ультразвук слабкіше впливає на слухову функцію, але викликає відхилення від норми вестибулярної функції і терморегуляції.

Для захисту від ультразвуку застосовують такі ж методи та засоби захисту як і від шуму, а саме:

- звукоізоляцію і звукопоглинання за допомогою екранів, кабін і укриттів. Як матеріали використовують сталь, дюралюміній, оргскло, текстоліт тощо. Найбільш ефективними є багат шарові екрани зі звукоізоляційними та звукопоглинальними матеріалами;
- захист часом;

- захист відстанню;
- засоби індивідуального захисту (навушники, «беруші», рукавички, окуляри).

4.3.3 Виробнича вібрація

Вібрація – це механічні коливання твердого тіла, які передаються людині через деталі, кожухи конструкцій або ґрунт. При вібрації тілу людини передається енергія, яка викликає змінні механічні напруги і розсіюється в тканинах. Джерелами вібрації є підземний виробничий транспорт, верстати метало- та деревообробні, ковальсько-пресове обладнання, ливарні машини, електричні машини, насосні агрегати та вентилятори; бурильні вишки та установки, бурові верстати, обладнання промисловості будматеріалів, ручні машини, ручний інструмент та ін.

З точки зору впливу на людину розрізняють такі види вібрації (рис.4.49):

– **за способом передачі коливань (загальна і локальна)**. Загальна вібрація передається через опорні поверхні на тіло людини і ділиться на транспортну, транспортно-технологічну та технологічну. Локальна вібрація впливає на окремі частини тіла, наприклад, руки;

– **за напрямком коливань** (вертикальна, горизонтальна від спини до грудей; горизонтальна від правого плеча до лівого);

– **за часовою характеристикою** (постійна і непостійна). При постійній вібрації контрольований параметр за час спостереження змінюється не більше ніж удвічі (але не більш ніж на 6 дБ). При непостійній – більш, ніж удвічі. У свою чергу непостійні поділяються на коливні (рівні яких безперервно змінюються в часі), переривчасті (контакт з вібрацією у процесі роботи переривається більше, ніж на 1 с) та імпульсні (складаються з одного або кількох вібраційних впливів (ударів)).

При дії загальної вібрації насамперед страждає опорно-руховий апарат, нервова система, вестибулярний, зоровий і тактильний аналізатори. Знижується больова, тактильна і вестибулярна чутливість. Великі рівні викликають травми тканин з подальшою зміною фізіологічних процесів (зміна вуглеводного, білкового, ферментного, холестеринного обмінів і біохімічних показників крові).

Локальній вібрації зазвичай піддаються люди, які працюють з ручним механізованим інструментом. Вона викликає спазм судин кисті, передпліччя, порушення їх кровопостачання, зниження чутливості шкіри, відкладення солей і зниження рухливості в суглобах. Працюючі скаржаться на болі в руках. При тривалому впливі вібрації на організм людини виникає вібраційна хвороба. Її симптомами є головний біль, оніміння.

Віброшвидкістю називається швидкість переміщення точки, яка коливається з певною частотою (перша похідна від вібропереміщення). Середнє квадратичне значення віброшвидкості дорівнює

$$\bar{V} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V^2(t) dt} ,$$

де T – період функції;

$V(t)$ – функціональна залежність віброшвидкості від часу;

t – час.

Віброприскоренням називається прискорення, що дорівнює другій похідній від вібропереміщення. Середнє квадратичне значення віброприскорення дорівнює

$$\bar{a} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt} ,$$

де $a(t)$ – функціональна залежність віброприскорення від часу.

Захист від вібрації виробничого обладнання здійснюється наступними заходами:

– **зниженням вібрації у джерелі її виникнення** (заміною і модернізацією старого обладнання, урівноваженням роторів тощо);

– **амортизацією** – зниженням вібрації на шляху її розповсюдження за допомогою **віброізоляції** (введення додаткового пружно елемента,) і **вібродемпфування** (введення вібропоглинаючого елемента у вигляді гуми, пластмас, і інших конструкційних матеріалів з високим тертям);

– **відбудовою від резонансу** (змінюючи масу і жорсткості окремих елементів конструкції агрегату або режиму його роботи, наприклад, швидкості обертання електродвигуна);

– **динамічним гасінням** (введенням додаткової коливальної системи, яка налаштована на резонанс і приймає енергію коливання на себе. Динамічне гасіння можливо лише на строго певній частоті, що обмежує застосування даного методу;

– **застосуванням засобів індивідуального захисту** (спеціального взуття, підметок, наколінників, рукавичок, нагрудників, костюмів тощо).

4.4 Виробниче середовище та його вплив на здоров'я та працездатність людини

Життєдіяльність людини значно залежить від умов зовнішнього середовища, зокрема виробничого. Адаже в процесі трудової діяльності на організм людини чиниться своєрідний «тиск» несприятливими виробничими факторами, що прямо чи опосередковано впливають на її здоров'я та працездатність.

4.4.1 Вплив мікроклімату на працездатність людини

Суттєвий вплив на стан організму працівника, його працездатність здійснює **мікроклімат** (метеорологічні умови) виробничого приміщення, під яким розуміють клімат внутрішнього середовища цього приміщення, який визначається температурою, відносною вологістю, рухом повітря та тепловим випромінюванням нагрітих поверхонь, що в сукупності впливають на тепловий стан організму людини.

В процесі трудової діяльності людина перебуває у постійній тепловій взаємодії з виробничим середовищем. За нормальних мікрокліматичних умов в організмі працівника, завдяки терморегуляції, підтримується постійна температура тіла (36,6°C).

Кількість тепла, що утворюється в організмі, залежить від фізичного навантаження працівника, а рівень тепловіддачі – від мікрокліматичних умов виробничого приміщення. Віддача тепла організмом людини здійснюється, в основному, за рахунок випромінювання і випаровування вологи з поверхні шкіри.

Чим нижча температура повітря і швидкість його руху, тим більше тепла віддається випромінюванням. При високій температурі значна частина тепла втрачається випаровуванням поту. Разом з потом організм втрачає воду, вітаміни, мінеральні солі, а саме хлористий натрій, калій, кальцій, внаслідок чого збезводнюється, порушується обмін речовин. Зростає вміст у крові молочної кислоти, мочевины. Тому працівники “гарячих” цехів забезпечуються газованою підсоленою водою. Перегрів тіла людини супроводжується головними болями, запамороченням, нудотою, загальною слабкістю, часом можуть виникати судоми та втрата свідомості. Негативна дія високої температури збільшується при підвищеній вологості, тому що при цьому знижується процес випаровування поту, тобто погіршується тепловіддача від тіла людини. Зміни в організмі при підвищеній температурі безумовно відображаються на працездатності людини. Так, збільшення температури

повітря виробничого середовища з 20°C до 35°C призводить до зниження працездатності людини на 50–60%.

Вологість повітря істотно впливає на віддачу тепла випаровуванням. Через високу вологість випаровування ускладнюється і віддача тепла зменшується. Зниження вологості покращує процес тепловіддачі випаровуванням. Однак надто низька вологість викликає висихання слизових оболонок дихальних шляхів.

Рухомість повітря визначає рівень тепловіддачі з поверхні шкіри конвекцією і випаровуванням. У жарких виробничих приміщеннях при температурі рухомого повітря до 35°C рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом. З підвищенням температури рухоме гаряче повітря саме віддаватиме своє тепло тілу людини, викликаючи його нагрівання.

Значення параметрів мікроклімату суттєво впливають на самопочуття та працездатність людини і, як наслідок цього, рівень травматизму. Тривала дія високої температури повітря при одночасно підвищеній його вологості призводить до збільшення температури тіла людини до 38–40°C (гіпертермія), внаслідок чого здійснюються різноманітні фізіологічні порушення в організмі: зміни у обміні речовин, у серцево-судинної системи, зміни функцій внутрішніх органів (печінки, шлунка, жовчного міхура, нирок), зміни у системі дихання, порушення центральної та периферичної нервових систем.

Рухоме повітря при низькій температурі викликає переохолодження організму. Різкі коливання температури в приміщенні, яке продувається холодним повітрям (протягом), значно порушують терморегуляцію організму і можуть викликати простудні захворювання.

Суттєві фізіологічні зміни в організмі здійснюються також при холодовому впливі, який призводить до переохолодження організму (гіпотермії). Найбільш виражені реакції на низьку температуру є звуження судин м'язів та шкіри. При цьому знижується пульс, збільшується об'єм дихання і споживання кисню. Тривала дія знижених температур призводить до появи таких захворювань як радикуліт, невралгія, суглобного та м'язового ревматизму, інфекційних запалювань дихального тракту, алергії та ін. Охолодження температури тіла викликає порушення рефлекторних реакцій, зниження тактильних й інших реакцій, ускладнюються рухи. Це також може бути причиною збільшення виробничого травматизму.

Недостатня вологість повітря (нижче 20%) призводить до підсихання слизових оболонок дихального тракту та очей, внаслідок чого зменшується їхня захисна здатність протистояти мікробам.

Можливості організму пристосовуватися до метеорологічних умов значні, однак небезмежні. Верхньою межею терморегуляції людини, що знаходиться у стані спокою, прийнято вважати 30–31°C при відносній вологості 85% чи 40°C при відносній вологості 30%. Під час виконання фізичної роботи ця межа значно нижча. Так, під час виконання важкої роботи теплова рівновага зберігається при температурі повітря 12–14°C.

Таким чином, для нормального теплового самопочуття людини важливе певне співвідношення температури, відносної вологості і швидкості руху повітря.

Будь-якій виробничій діяльності людини притаманний так званий енергетичний компонент. Робота, скажімо гірника чи верстатника, як і наукового працівника чи вчителя, завжди характеризується виконанням певної «зовнішньої» роботи, що передбачає і супроводжується деякими енергетичними витратами. Зрозуміло, що обсяги цих витрат для кожної професійної діяльності можуть відрізнятися, інколи навіть суттєво. Враховуючи це, було запропоновано класифікувати окремі види роботи за розмірами енерговитрат, необхідних для їх виконання. Нижче наведено поділ робіт на категорії залежно від енерговитрат організму згідно з ДСН 3.3.6 042–99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». За тяжкістю та напруженістю трудового процесу роботи діляться на такі категорії на основі загальних енерговитрат організму:

Легкі фізичні роботи (категорія I) охоплюють види діяльності, за яких витрата енергії дорівнює 105 – 140 Вт (90 – 120 ккал/год) – *категорія Ia* та 141 – 175 Вт (121 – 150 ккал/год) – *категорія Ib*. До категорії Ia належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження. До категорії Ib належать роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням.

Фізичні роботи **середньої тяжкості (категорія II)** охоплюють види діяльності, за яких витрата енергії дорівнює 176 – 232 Вт (151 – 200 ккал/год) – *категорія IIa* та 233 – 290 Вт (201–250 ккал/год) – *категорія IIб*.

До категорії IIa належать роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1кг) виробів або предметів у положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження. До категорії IIб належать роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Тяжкі фізичні роботи (категорія III) охоплюють види діяльності, за яких виграти енергії становлять 291–349 Вт (251–300 ккал/год). До категорії III

належать роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль.

Проте взяті лише одні витрати енергії не можуть бути безумовним критерієм для оцінки будь-якої виробничої діяльності. Так, інтенсивна розумова робота, хоча й характеризується незначними енергетичними витратами, однак відрізняється, як правило, значним нервово-емоційним напруженням. Тому, для більшої достовірності виробничу діяльність необхідно оцінювати комплексно, враховуючи як механічний, так і психічний компонент, хоча частка цих компонентів у різних видах діяльності людини неоднакова. Під час фізичної праці переважає м'язова діяльність (механічний компонент), а під час розумової – активізуються процеси мислення (психічний компонент).

Під **оптимальними мікрокліматичними умовами** розуміють комплекс мікрокліматичних чинників, які в умовах тривалої та систематичної дії на людину створюють комфортні теплові відчуття та збереження нормального теплового стану організму без напруження механізмів терморегуляції.

Допустимі мікрокліматичні умови – комплекс мікрокліматичних чинників, які в умовах тривалої та систематичної дії на людину можуть викликати дискомфортні відчуття та зміни теплового стану організму, однак вони швидко минають і нормалізуються за рахунок напруження механізмів терморегуляції в межах фізіологічних пристосувальних можливостей.

На сьогодні основним нормативним документом, що визначає параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042–99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». В таблиці 4.9 наведено оптимальні та допустимі параметри мікроклімату у робочій зоні виробничих приміщень для різних категорій робіт за тяжкістю та напруженістю трудового процесу в теплий та холодний періоди року. Період року визначається за середньодобовою температурою зовнішнього середовища $t_{сд}$. При $t_{сд} < +10^{\circ}\text{C}$ – холодний період року, а якщо $t_{сд} \geq +10^{\circ}\text{C}$ – теплий.

Для того щоб визначити, чи відповідає повітряне середовище даного приміщення встановленим нормам, необхідно кількісно оцінити кожен з його параметрів.

Нормалізація параметрів мікроклімату здійснюється за допомогою комплексу заходів і засобів колективного захисту, які включають будівельно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-гігієнічні та технічні. Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовують засоби індивідуального захисту.

Таблиця 4.9 – Оптимальні та допустимі норми мікроклімату у робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Характеристика робіт	Категорія робіт	Енерговитрати, ккал/год	Температура, °С				Вологість, %		Швидкість руху, м/с		
				Оптимальна	допустима		Оптимальна	Допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більше ніж	оптимальна, не більше ніж	Допустима на робочих місцях постійних і непостійних		
					верхня межа	нижня межа						
					на робочих місцях							
п	н	п	н									
Холодний	Легка	Ia	90–120	22–24	25	26	21	18	40–60	75	0,1	≤ 0,1
		Iб	121–150	21–23	24	25	20	17	40–60	75	0,1	≤ 0,2
	Середня	IIa	151–200	18–20	23	24	17	15	40–60	75	0,2	≤ 0,3
		IIб	201–250	17–19	21	23	15	13	40–60	75	0,2	≤ 0,4
Тяжка	III	251–300	16–18	19	20	13	12	40–60	75	0,3	≤ 0,5	
Теплий	Легка	Ia	90–120	23–25	28	30	22	20	40–60	55(при28 °С)	0,1	0,1–0,2
		Iб	121–150	22–24	28	30	21	19	40–60	55(при28 °С)	0,2	0,1–0,3
	Середня	IIa	151–200	21–23	27	29	18	17	40–60	55(при28 °С)	0,3	0,2–0,4
		IIб	201–250	20–22	27	29	16	15	40–60	55(при28 °С)	0,3	0,2–0,5
	Тяжка	III	251–300	18–20	26	28	15	13	40–60	55(при28 °С)	0,4	0,2–0,6

Примітки:

- 1) п – постійні робочі місця;
- 2) н – непостійні робочі місця.

Розглянемо **основні заходи та засоби нормалізації** параметрів мікроклімату, які використовуються на виробництві.

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

2. Раціональне розміщення технологічного устаткування. Основні джерела теплоти бажано розміщувати безпосередньо під аераційним ліхтарем, біля зовнішніх стін будівлі й в один ряд на такій відстані один від одного, щоб теплові потоки від них не перехрещувалися на робочих місцях. Для охолодження гарячих виробів необхідно передбачити окремі приміщення. Найкращим рішенням є розміщення обладнання, що виділяє тепло, в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках.

3. Автоматизація та дистанційне керування технологічними процесами. Цей захід дозволяє в багатьох випадках вивести людину із виробничих зон, де діють несприятливі чинники (наприклад, автоматизоване

завантаження печей у металургії, управління розливом сталі тощо).

4. Раціоналізація режимів праці та відпочинку. Досягається скороченням тривалості робочої зміни, введенням додаткових перерв, створенням умов для ефективного відпочинку в приміщеннях з нормальними метеорологічними умовами. Якщо організувати окреме приміщення важко, то в гарячих цехах створюють зони відпочинку – охолоджувальні альтанки, де засобами вентиляції забезпечують нормальні температурні умови. Для робітників, що працюють на відкритому повітрі взимку, обладнують приміщення для зігрівання, в яких температуру підтримують дещо вищою за комфортну.

5. Застосування теплоізоляції устаткування та захисних екранів. Як теплоізоляційні матеріали широко використовуються: азбест, азбоцемент, мінеральна вата, склотканина, керамзит, пінопласт та ін.

На виробництві застосовують також захисні екрани для огороження джерел теплового випромінювання від робочих місць. За принципом дії теплозахисні екрани поділяються на:

- тепловідбивні (поліровані або покриті білою фарбою металеві листи, загартоване скло з плівковим покриттям, металізовані тканини, плівковий матеріал);
- теплопоглинальні (металеві листи та коробки з теплоізоляцією, загартоване силікатне органічне скло та ін.);
- тепловідвідні (водяні завіси та металеві листи або сітки, з яких стікає вода);
- комбіновані.

6. Використання засобів індивідуального захисту. Важливе значення для профілактики перегрівання мають індивідуальні засоби захисту. Спецодяг має бути повітро- та вологопроникним (бавовняним, з льону, грубововняного сукна), мати зручний крій. Для роботи в екстремальних умовах (наприклад, під час пожежі) застосовують спеціальні костюми з металізованої тканини. Для захисту голови від теплового опромінення застосовують дюралеві, фіброві каски, повстяні капелюхи; очей – окуляри (темні, або з прозорим шаром металу); обличчя – маски з відкидним прозорим екраном. Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплового спецодягу, а під час опадів – плащів та гумових чобіт.

7. Раціональна вентиляція, опалення та кондиціонування повітря. Ці засоби найчастіше застосовують для нормалізації мікроклімату у виробничих приміщеннях. Розглянемо їх більш детально.

Вентиляцією називають систему заходів і пристроїв, призначених для

забезпечення на постійних робочих місцях, у робочих зонах і зонах, що обслуговуються, метеорологічних умов та чистоти повітря, відповідних гігієнічним і технічним вимогам. Таким чином, основне завдання вентиляції – вилучити із приміщення забруднене повітря і подати свіже.

Вентиляція класифікується за ознаками, що зображені на рис. 4.50.

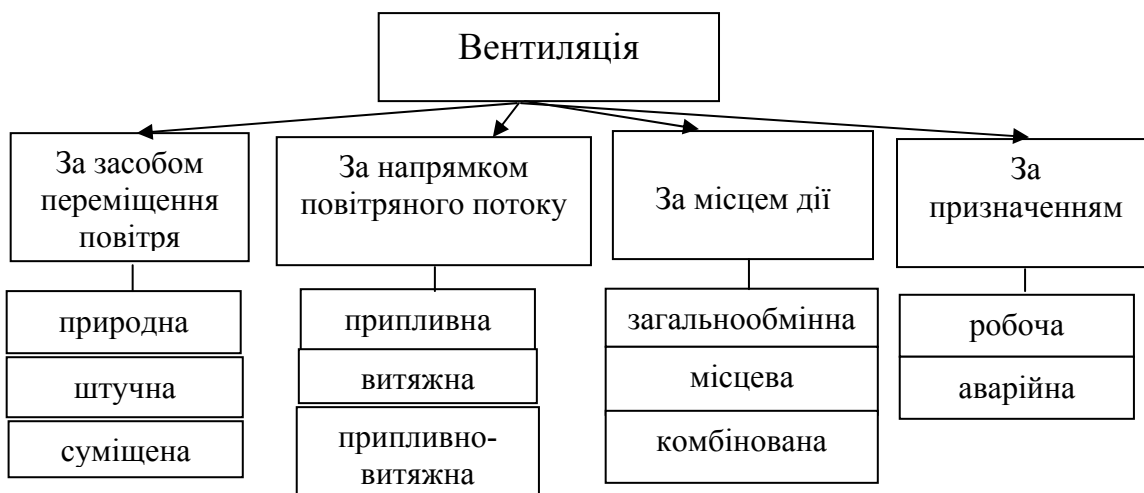
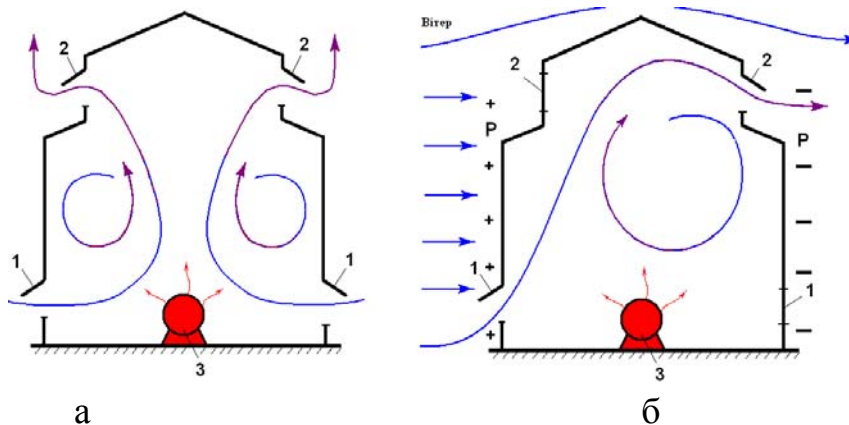


Рисунок 4.50 – Класифікація вентиляційних систем

Природна вентиляція у приміщеннях здійснюється за рахунок вітрового і теплового напорів, і на відміну від штучної не вимагає витрат електроенергії.

Тепловий напір обумовлений різницею температур, а значить, і щільностей внутрішнього і зовнішнього повітря (рис. 4.51, а).



1 і 2 – відповідно, припливні і витяжні отвори; 3 – нагрітий об’єкт

Рисунок 4.51 – Природна вентиляція

Вітровий напір обумовлений тим, що при охолодженні будівлі вітром з його навітряного боку утворюється підвищений тиск, а з підвітряного боку –

знижений (рис. 4.51, а).

Природна вентиляція може бути неорганізованою і організованою. При *неорганізованій вентиляції* невідомий об'єм повітря, що надходить та видаляється, а сам повітрообмін залежить від випадкових чинників (швидкість і напрям вітру, температура зовнішнього та внутрішнього повітря). *Неорганізована природна вентиляція* включає інфільтрацію (просочування повітря через щілини у вікнах, дверях і перекриттях) і провітрювання, яке здійснюється при відкриванні вікон і квартир.

Організована вентиляція називається **аерацією**. Для аерації в стінах будівлі роблять спеціальні отвори для надходження припливного повітря, а на даху або в верхній частині будівлі роблять спеціальні пристрої (ліхтарі) для скупчування і видалення відпрацьованого повітря. Для регулювання надходження (видалення) повітря передбачається перекриття аераційних отворів на необхідну величину, що особливо важливо в холодну пору року.

Для збільшення природної тяги за рахунок енергії вітру над повітропроводом встановлюють спеціальну насадку – дефлектор, яка в найпростішому випадку має форму усіченого конуса.

Перевагою природної вентиляції є її дешевизна і простота в експлуатації. **Недоліками** є залежність від випадкових чинників і неможливість очищення (фільтрації) повітря, яке надходить.

Штучна вентиляція здійснюється за допомогою електричних вентиляторів вісьового, радіального, діагонального, діаметрального та інших типів. У найпростішому випадку вентилятор встановлюється в спеціальному отворі у вікні або стіні приміщення. Однак при цьому потрібно встановлювати вентилятори в кожне приміщення. Відпрацьоване повітря видаляється на незначну відстань і може знову частково потрапити в приміщення. Для усунення цих недоліків часто використовують центральний вентилятор великої потужності, який обслуговує цілу будівлю. Від центрального вентилятора повітря подається в різні приміщення (або виводиться з них) за допомогою спеціальних розгалужених труб – повітропроводів.

Штучна (механічна) вентиляція, на відміну від природної, має **ряд переваг**, до яких належать:

- можливість обробляти повітря перед його подачею в приміщення або перед викидом в атмосферу (очищення, підігрів, охолодження, зволоження або осушення);
- більша направленість його подачі в робочу зону;
- можливість організувати повітрозабір в екологічно чистій зоні,

наприклад, у сосновому лісі.

До **недоліків** штучної вентиляції на відміну від природної вентиляції можна віднести більш високу собівартість, плату за електроенергію, складність обслуговування, додатковий шум і вібрацію.

Загальнообмінна вентиляція зазвичай застосовується для розведення надмірно теплого повітря холодним (асиміляція) за відсутності значних токсичних викидів, а також у тих випадках, коли ускладнено застосування місцевої вентиляції. Наприклад, речовиною, яка виділяється (викидом) є повітря або волога, що видихається людьми на операціях мийки виробів.

За напрямком повітряного потоку загальнообмінна вентиляція ділиться на припливну, витяжну і припливно-витяжну (рис. 4.50). *Припливна* вентиляція нагнітає повітря всередину приміщення. *Витяжна* виводить забруднене повітря за межі приміщення. В ході використання *припливно-витяжної* вентиляції продуктивність витяжного вентилятора має бути приблизно на 10% вище, ніж у припливного. Це створює невелике розрідження повітря в приміщенні і тим самим перешкоджає загазованості сусідніх приміщень.

Загальнообмінна вентиляція забезпечує перемішування шкідливостей, які виділяються, чистим повітрям до допустимих концентрацій або температур.

Залежно від температури зовнішнього повітря і щільності викиду використовують одну з п'яти основних схем загальнообмінної вентиляції:

- повного перемішування (рис. 4.52). Ця схема зазвичай застосовується при невеликих розмірах приміщення (довжина – не більше 15 м), а також, коли викид має однакову щільність з повітрям робочих зон (наприклад, повітря, що видихається);

- зверху вниз (рис. 4.53, а). Застосовується в холодну пору року при викидах з щільністю вище щільності повітря (важких викидах, наприклад, пари кислот, бензину, ацетону);

- від низу до верху (рис. 4.53, б). Застосовується в теплу пору року при викидах зі щільністю менше повітря (легких викидах, наприклад, аміаку);

- зверху вверх (рис. 4.54, а). Застосовується в теплу пору року при легких викидах;

- знизу вниз (рис. 4.54, б). Застосовується в холодну пору року при важких викидах.

Кожна з розглянутих схем забезпечує найбільш ефективно видалення відпрацьованого повітря в місці його природного скупчення з мінімальними витратами електроенергії.

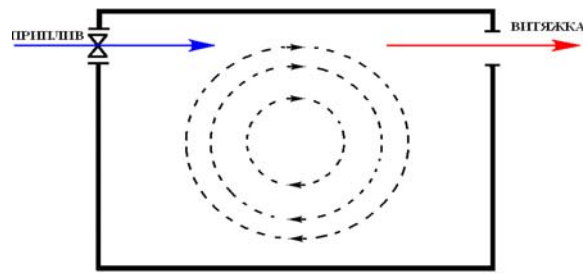


Рисунок 4.52 – Схема повного перемішування

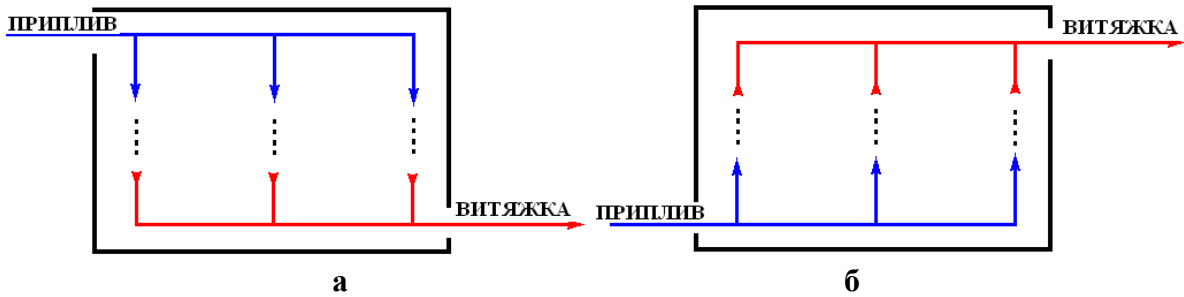


Рисунок 4.53 – Зверху вниз (а) і від низу до верху (б)

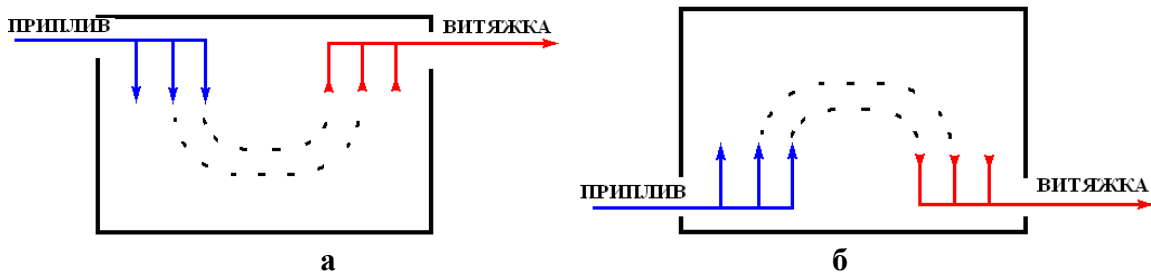


Рисунок 4.54 – Зверху вверху (а) і знизу вниз (б)

Місцева вентиляція дозволяє видаляти забруднене повітря безпосередньо в місці його забруднення або подавати чисте повітря безпосередньо в робочу зону. При цьому за межами робочих зон повітря в приміщенні залишається відносно чистим. Таким чином, місцева вентиляція є більш ефективною і вимагає менших витрат електроенергії порівняно із загальнообмінною. Місцева вентиляція видаляє шкідливі речовини в місці їх виділення (в робочій зоні). До її недоліків належать: більш висока вартість, складність конструкції, більше займаний простір.

До місцевої вентиляції належать: витяжний парасоль, витяжна панель, витяжна шафа, бортовий відсмоктувач з передувом.

Витяжний парасоль зазвичай має форму піраміди, яка розташована вертикально. Використовується в тих випадках, коли потрібно постійна присутність людини в робочій зоні, а викиди легше повітря (наприклад, при горінні).

Витяжна (усмоктувальна) панель зазвичай має форму піраміди.

Використовується в тих випадках, коли потрібна постійна присутність людини в робочій зоні, а викид має приблизно однакову щільність з повітрям або спрямований горизонтально (наприклад, на операціях пайки або шліфування).

Витяжна шафа зазвичай є закритим об'ємом з вікнами для спостереження за ходом технологічного процесу або лабораторного дослідження. Застосовується під час використання особливо небезпечних і надзвичайно небезпечних речовин.

Бортовий відсмоктувач з передувом зазвичай застосовується на операціях мийки і в гальванічних цехах, коли потрібний частий доступ людини до виробів всередині ванни.

В ході використання **комбінованої вентиляції** сумарна продуктивність місцевої вентиляції має бути приблизно на 10% вище, ніж у припливної.

Робоча вентиляція призначена для забезпечення нешкідливих умов праці при нормальному ході технологічного процесу.

Аварійна вентиляція влаштовується у виробничих приміщеннях, у яких можливий раптовий (залповий) викид шкідливих або вибухонебезпечних речовин у кількостях, що створюють небезпечні для життя або вибухонебезпечні концентрації. Продуктивність аварійної вентиляції визначається технологічними вказівками і розрахунками. Якщо в приміщенні виділяються вибухонебезпечні пари і гази, встановлюються автоматичні газоаналізатори, які при досягненні концентрації в 20% від нижньої межі вибуховості, автоматично включають системи аварійної вентиляції і сигналізацію. Крім автоматичного включення передбачається і ручне. Пускові пристрої аварійної вентиляції монтують зовні в одній з основних вхідних дверей.

Кондиціонування повітря

Кондиціонування повітря – це створення і автоматична підтримка в приміщеннях постійних параметрів повітряного середовища або тих, що змінюються за заданою програмою, найбільш сприятливих для працюючих людей або необхідних для нормального протікання технологічного процесу.

Кондиціонування повітря може бути повним і неповним. **Повне кондиціонування** передбачає регулювання температури, вологості, вмісту кисню, рухливості і чистоти повітря, а також його додаткову обробку (знезараження, іонізацію і, в окремих випадках, ароматизацію). При **неповному кондиціонуванні** регулюється тільки частина параметрів повітряного середовища.

Кондиціонування здійснюється кондиціонерами, які поділяються на

місцеві та центральні.

Центральні кондиціонери призначені для обслуговування великих за розмірами приміщень або будівель у цілому. При цьому сам кондиціонер розташований поза основними виробничими приміщеннями і з'єднаний з ними спеціальними каналами подачі і відведення повітря.

Місцеві кондиціонери мають незначну продуктивність і встановлюються в невеликих приміщеннях. Місцевий кондиціонер обслуговує одне або невелику кількість суміжних приміщень, наприклад, в офісі. Місцеві кондиціонери відрізняються за конструктивним виконанням, місцем установки і виконуваними функціями. За місцем установки вони діляться на три основних типи: віконні, настінні та мобільні.

Віконні кондиціонери (ефект припливної вентиляції) розміщують у віконних отворах. У загальному випадку існує три режими їх роботи:

– *вентиляція*. У приміщення подається припливне повітря. У даному режимі можна охолоджувати приміщення, коли температура зовнішнього повітря нижче температури повітря, що видаляється більше, ніж на 6°С. При цьому електроенергія на охолодження не витрачається;

– *рециркуляція*. Повітря приміщення багаторазово пропускається через внутрішній теплообмінник кондиціонера, не змішуючись із зовнішнім повітрям. У даному режимі витрачається електроенергія на охолодження або обігрів;

– *комбінований режим*.

Настінні кондиціонери мають зовнішній і внутрішній блоки (спліт-система; від англ. *split* – розколювати), які з'єднані між собою шлангами з холодоагентом. Кожен блок містить теплообмінник. У режимі охолодження внутрішній теплообмінник поглинає тепло повітря і за допомогою холодоагента передає його у зовнішній теплообмінник. У ньому відбувається тепловіддача в зовнішнє середовище.

Під час роботи такого кондиціонера рух повітря в приміщенні може бути тільки замкнутим (рециркуляція). Розрахунок кондиціонера зводиться до визначення необхідної продуктивності по холоду (для теплої пори року) і по теплу (для холодної пори року).

Мобільні кондиціонери мають можливість пересування в зручне місце всередині приміщення. Це можливо, завдяки гнучкому воздуховоду, через який тепло відводиться за межі приміщення. Зазвичай ці кондиціонери можуть працювати на охолодження і на нагрівання.

Вибирають кондиціонер серед довідкових матеріалів з характеристиками,

найбільш близькими до розрахованих. При цьому враховують також їх вартість, надійність, створюваний шум і естетичні особливості.

4.4.2 Вплив шкідливих речовин на організм людини

Для створення нормальних умов виробничої діяльності необхідно забезпечити не лише комфортні метеорологічні умови, а й необхідну чистоту повітря. Внаслідок виробничої діяльності у повітряне середовище приміщень можуть надходити різноманітні шкідливі речовини, що використовуються в технологічних процесах. **До хімічних небезпечних та шкідливих виробничих чинників** належать хімічні речовини, які за характером дії на організм людини поділяються на:

- загальнотоксичні, що викликають отруєння всього організму;
- подразнюючі, що викликають подразнення дихального тракту та слизових оболонок;
- сенсibiliзуючі, що діють як алергени;
- канцерогенні, що викликають ракові захворювання;
- мутагенні, що призводять до змін спадкової інформації;
- такі, що впливають на репродуктивну (дітонароджувальну) функцію.

Шкідливі речовини можуть проникати в організм людини через органи дихання, органи травлення, а також шкіру та слизові оболонки. Через дихальні шляхи потрапляють пари, газо- та пилоподібні речовини, через шкіру переважно рідкі речовини. Через шлунково-кишкові шляхи потрапляють речовини під час ковтання або при внесенні їх у рот забрудненими руками.

Основним шляхом надходження промислових шкідливих речовин в організм людини є дихальні шляхи. Завдяки величезній (понад 90м²) всмоктувальній поверхні легенів утворюються сприятливі умови для потрапляння шкідливих речовин у кров.

Шкідливі речовини, що потрапили тим чи іншим шляхом в організм, можуть викликати отруєння (гострі чи хронічні).

Професійне отруєння – це порушення стану здоров'я в результаті дії шкідливих речовин при їх проникненні в організм людини у виробничих умовах. Довготривалий вплив незначних доз шкідливих речовин (однак дещо вищих за ГДК) призводить до *хронічних отруєнь*. Проникнення в організм великої кількості шкідливих речовин за короткий час (не більше доби) спричинює *гострі отруєння*.

Ступінь отруєння залежить від токсичності речовини, її кількості, часу дії, шляху проникнення, метеорологічних умов, індивідуальних особливостей

організму. Гострі отруєння виникають в результаті одноразової дії великих доз шкідливих речовин (чадний газ, метан, сірководень).

Хронічні отруєння розвиваються внаслідок тривалої дії на людину невеликих концентрацій шкідливих речовин (свинець, ртуть, марганець). Шкідливі речовини, потрапивши в організм, розподіляються в ньому нерівномірно. Найбільша кількість свинцю накопичується в кістках, фтору – в зубах, марганцю – в печінці. Такі речовини мають властивість утворювати в організмі так зване «депо» і затримуватися в ньому тривалий час.

При хронічному отруєнні шкідливі речовини можуть не лише накопичуватися в організмі (матеріальна кумуляція), але й викликати «накопичення» функціональних ефектів (функціональна кумуляція).

Ступінь несприятливого впливу шкідливих речовин, що присутні в повітрі робочої зони, визначається також низкою інших чинників. Наприклад, підвищена температура і вологість, як і значне м'язове напруження, в більшості випадків, підсилюють дію шкідливих речовин.

Суттєве значення мають індивідуальні особливості людини. З огляду на це для робітників, які працюють у шкідливих умовах, проводяться обов'язкові попередні (при вступі на роботу) та періодичні (1 раз на 3, 6, 12 та 24 місяці, залежно від токсичності речовин) медичні огляди.

Шкідливі речовини, що потрапили в організм людини, спричинюють порушення здоров'я лише в тому випадку, коли їхня кількість в повітрі перевищує граничну для кожної речовини величину.

Гранично допустима концентрація (ГДК, мг/м³) хімічної речовини в зовнішньому середовищі – це така концентрація, під час дії якої на організм людини періодично або протягом життя прямо або опосередковано, через екологічні системи, а також через можливий екологічний збиток не виникає захворювань або змін у стані здоров'я, які знаходяться сучасними методами досліджень відразу або у віддалені терміни життя нинішніх або подальших поколінь. ГДК бувають таких видів:

1) *максимально разові ГДК_{м.р.}* – це концентрації, які не викликають рефлекторних реакцій в організмі людини (відчуття запаху, зміна біоелектричної активності кори головного мозку, світлової чутливості очей) протягом 20 хвилинного безперервного вдихання.

Для визначення максимально разової ГДК використовуються високочутливі тести, за допомогою яких виявляють мінімальні впливи забруднювачів на здоров'я людини в разі короткочасних контактів (виміри біопотенціалів головного мозку, реакція ока тощо).

2) *середньодобові ГДК_{сер.доб.}* – це така концентрація забруднюючої речовини в повітрі населеного пункту, яка не надає на людину прямої або непрямой шкідливої дії в умовах невизначено довгого цілодобового вдихання. ГДК доб. встановлюється з метою попередження резорбтивної (загально токсичної, канцерогенної, мутагенної) дії шкідливих речовин.

3) *робочої зони ГДК_{рз}* – максимальна концентрація, яка при щоденній (окрім вихідних днів) роботі тривалістю 8 годин або іншої тривалості (але не більше 40 г на тиждень) протягом всього трудового стажу не викликає професійних захворювань або відхилень в стані здоров'я, що знаходяться сучасними методами досліджень в процесі роботи або у віддалені періоди життя нинішнього або подальших поколінь.

ГДК встановлюють головні санітарні інспекції в законодавчому порядку або рекомендують відповідні установи, комісії на основі результатів комплексних наукових досліджень, лабораторних експериментів, а також відомостей, одержаних під час і після різних аварій на виробництвах, воєнних дій, природних катастроф, тривалих медичних обстежень людей на шкідливих виробництвах (хімічні та металургійні виробництва, шахти, кар'єри, ливарні цехи).

Відповідно до ГОСТ 12.1.007–76 "ССБП. Шкідливі речовини. Класифікація і загальні вимоги безпеки" за ступенем дії на організм людини шкідливі речовини ділять на **чотири класи небезпеки**:

1-й – речовини надзвичайно небезпечні – ГДК таких речовин в атмосферному повітрі має бути менше 0,1 мг/м³ (3,4-бензопірен, ртуть, свинець, озон, фосген);

2-й – речовини високо небезпечні – ГДК від 0,1 до 1 мг/м³ (оксиди азоту, бензол, йод, марганець, мідь, сірководень, їдкі луги, хлор);

3-й – речовини помірно небезпечні – ГДК від 1 до 10 мг/м³ (ацетон, ксилол, сірчаний ангідрид, метиловий спирт);

4-й – речовини мало небезпечні – ГДК більше 10 мг/м³ (аміак, бензин, скипидар, етиловий спирт, оксид вуглецю).

Для речовин, які не мають ГДК існує такий показник як ЛК₅₀ або ЛД₅₀. Це доза або концентрація речовини, при якій спостерігається загибель 50% піддослідних тварин.

За класифікацією, яка використовує показник LD₅₀, виділяють **шість класів токсичності небезпечних хімічних речовин** (табл. 4.10). Однак, необхідно враховувати, що і мало небезпечні речовини при тривалій дії при великих концентраціях викликають тяжкі отруєння.

Таблиця 4.10 – Характеристика НХР за ступенем токсичності

Клас токсичності	Концентрація, мг/л	LD ₅₀ , мг/кг
Надзвичайно токсичні	<1	<1
Високотоксичні	1–5	1–50
Сильнотоксичні	6–20	51–500
Помірно токсичні	21–80	501–5000
Малотоксичні	81–160	5001–15 000
Практично нетоксичні	>160	> 15 000

Щоб обмежити вплив шкідливих видів антропогенної діяльності, необхідно нормувати кількість шкідливих речовин, що викидаються в повітря, ґрунти, водойми за всіма типами забруднювачів, постійно контролювати викиди різного типу об'єктів, прогнозуючи стан довкілля та приймаючи відповідні санкції і рішення щодо порушників законодавства про охорону природи.

В основу нормування всіх забруднювачів у нормативах різних країн покладено визначення ГДК у несхожих середовищах. Слід зазначити, що ГДК забруднювачів у нормативах багатьох країн часто відрізняють, хоча й незначно. Під час визначення ГДК враховують не лише ступінь впливу шкідливих речовин на здоров'я людини, але й їхню дію на диких та свійських тварин, рослини, гриби, мікроорганізми й природні угруповання в цілому.

Результати найновіших досліджень свідчать про те, що нижніх безпечних меж впливів канцерогенів, так само, як і іонізуючого випромінювання, не існує. Будь-які дози, що перевищують звичайний природний фон, є шкідливими.

За наявності в повітрі чи воді кількох забруднювачів односпрямованої дії ступінь їх шкідливої дії визначається шляхом складання відношення фактичної концентрації кожної речовини до її ГДК. Якщо ця сума не перевищує одиницю, то можна вважати, що така суміш речовин ще не шкідлива (ефект сумачії). Розраховується ефект сумачії за виразом:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} \pm \frac{C_2}{ГДК_2} \pm \dots \pm \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1,$$

де C_1, C_2, \dots, C_n – фактичні концентрації забруднювачів, мг/м³;

ГДК₁, ГДК₂, ..., ГДК_n – ГДК забруднювачів, мг/м³.

Якщо сума відношень фактичної концентрації кожної речовини до її ГДК

більша за 1, то санітарний стан не задовольняє нормативні вимоги.

Під час визначення тривалих впливів забруднювачів (токсикантів) проводять експерименти на тваринах, використовують дані спостережень під час епідемій, аварій, додаючи до певного порогового впливу коефіцієнт запасу, що знижує дію ще в кілька разів. Для різних середовищ ГДК одних і тих самих токсикантів різняться. Наприклад, $ГДК_{Hg}$ в атмосферному середовищі складає $0,0003 \text{ мг/м}^3$, для водного середовища – $0,0005 \text{ мг/м}^3$, для ґрунту – $2,1 \text{ мг/кг}$.

Для того, щоб визначити **реальне навантаження хімічних речовин на людину** користуються такою формулою:

$$S = C_i \cdot t_i = C_{\text{тр}} t_{\text{тр}} + C_{\text{ж}} t_{\text{ж}} + C_{\text{п}} t_{\text{п}},$$

де S – показник навантаження;

C_i – концентрація i – ї речовини;

t_i – час дії речовини;

$C_{\text{тр}}$, $C_{\text{ж}}$, $C_{\text{п}}$ – концентрація шкідливих речовин у транспорті, житлі і в природному середовищі;

$t_{\text{тр}}$, $t_{\text{ж}}$, $t_{\text{п}}$ – час знаходження людини в транспорті, житлі або в природному середовищі.

За будь-якої форми отруєння інтенсивність дії шкідливої речовини визначається ступенем фізіологічної активності – токсичністю. **Токсичність** – це міра несумісності речовини з життям, здатність викликати негативний фізіологічний ефект, що полягає в порушенні окремих (багатьох) функцій організму або діяльності організму в цілому. Розрізняють інгаляційну, пероральну і шкірну токсичність (за шляхами надходження речовин в організм).

Токсичність визначається через **токсичний ефект**, який класифікується:

1. за частотою впливу:

– проявляється після одноразової дії;

– проявляється при багаторазовій дії.

2. за часом прояву:

– проявляється в період дії або відразу після впливу;

– проявляється у віддалені терміни життя або в життя наступних поколінь.

Слід зазначити, що на організм може діяти дві чи декілька отрут, це так звана комбінована дія. При комбінованій дії токсичний ефект може

посилюватися (синергізм) чи послаблюватися (антагонізм).

Загальні заходи та засоби попередження забруднення повітряного середовища на виробництві та захисту працюючих від впливу шкідливих хімічних речовин включають:

- вилучення шкідливих речовин з технологічних процесів, заміна шкідливих речовин менш шкідливими тощо. Наприклад, свинцеві білила замінені на цинкові, метиловий спирт – іншими спиртами, органічні розчинники для знежирювання – миючими розчинами на основі води;

- удосконалення технологічних процесів та устаткування (застосовування замкнених технологічних циклів, неперервних технологічних процесів, мокрих засобів переробки пиломатеріалів тощо);

- автоматизація і дистанційне управління технологічними процесами та обладнанням, що виключає безпосередній контакт працюючих зі шкідливими речовинами;

- герметизація виробничого устаткування, робота технологічного устаткування під розрідженням, локалізація шкідливих виділень за рахунок місцевої вентиляції, аспіраційних укриттів;

- нормальне функціонування систем опалення, загальнообмінної вентиляції, кондиціонування повітря, очистки викидів в атмосферу;

- попередні та періодичні медичні огляди робітників, які працюють у шкідливих умовах, профілактичне харчування, дотримання правил особистої гігієни;

- контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони;

- використання засобів індивідуального захисту.

4.5 Пожежна безпека

Згідно з Цивільним кодексом України **пожежа** – неконтрольований процес знищення або пошкодження вогнем майна, під час якого виникають чинники, небезпечні для істот та навколишнього природного середовища.

Щодня в нашій країні в середньому виникає 126 пожеж, у вогні гине 6 і отримують травми 4 людини, в результаті пожеж знищується 31 будівля, 4 одиниці техніки та матеріальних цінностей на суму близько 65 тис. грн. У середньому щодня підрозділи пожежної охорони 577 разів виїжджають за сигналом тривоги. За останні десять років чітко визначилася залежність кількості пожеж від обсягів промислового виробництва, споживання електричної і теплової енергії, кількості працюючого виробничого обладнання,

а значить, від потенційних причин і обставин їх виникнення. Так, наприклад, у 90-х роках ХХ-го сторіччя в нашій країні відзначалося зниження кількості пожеж, а в останні роки знову намітилася тенденція зростання.

За даними масивів карток обліку пожеж, що надійшли від територіальних органів управління ДСНС України протягом 2017 року, в Україні зареєстровано 83116 пожеж.

Матеріальні втрати від пожеж склали 7 млрд 860 млн 225 тис. грн. (з них прямі матеріальні збитки становлять 2 млрд 38 млн 653 тис. грн, а побічні – 5 млрд 821 млн 572 тис. грн).

Унаслідок пожеж загинуло **1819** людей, у тому числі 65 дітей; **1474** людини отримало травми, з них 144 дитини.

Згідно з концепцією допустимого ризику нормативна ймовірність виникнення пожежі на окремому пожежонебезпечному вузлі об'єкта та впливу небезпечних чинників пожежі на людей допускається не більше 10^{-6} в рік. Сучасний підхід до забезпечення пожежної безпеки в будь-якій системі Л–М–С передбачає дотримання цих нормативних характеристик.

Основними причинами пожеж є:

- необережне поводження з вогнем;
- порушення правил монтажу та експлуатації електроустаткування і побутових електроприладів;
- порушення правил монтажу та експлуатації приладів опалення і теплогенеруючих установок;
- порушення правил користування інструментами та електронагрівальними приладами;
- несправність виробничого устаткування;
- порушення технологічних регламентів;
- підпали.

Перебуваючи в зоні впливу пожежі, людина може потрапити під дію **небезпечних і шкідливих чинників**, серед яких розрізняють:

- високу температуру полум'я (до 1200 – 1400°C) – одного з надзвичайно небезпечних чинників пожежі, хоча випадки безпосередньої дії вогню на людей мають місце відносно рідко;
- передачу теплоти випромінюванням і конвекцією, що може викликати опіки та больові відчуття (мінімальна відстань від полум'я R , на якій людина може перебувати, становить приблизно $R = 1,6 \cdot H$ (м), де H – середня висота факела полум'я, м);
- наявність диму, який викликає інтенсивне подразнення органів дихання

та слизових оболонок (сильний кашель, сльозотечу тощо), що негативно відбивається на рятувних роботах і пожежогасінні;

– нестачу кисню, спричинену тим, що в процесі горіння відбувається хімічна реакція окиснення горючих речовин і матеріалів (небезпечною для життя людини вважається ситуація, коли вміст кисню в повітрі знижується до 14% (норма 21%), при цьому втрачається координація рухів, з'являються слабкість, запаморочення, загальмовується свідомість; при концентрації кисню 9–11% смерть настає через декілька хвилин);

– наявність токсичних речовин у диму (чадний газ, окис азоту, фосген та ін.), що може призвести до отруєнь і смерті;

– підвищену температуру середовища, що негативно може відбитися на органах дихання, центральній нервовій системі, викликати тепловий удар (в умовах пожежі підвищення температури середовища до 60°C уже є життєво небезпечним для людини);

– перенесення вогню на інші об'єкти іскрами, випромінюванням, конвекцією;

– руйнування будівельних конструкцій, що призводить до значних механічних травм, можливості опинитися під уламками завалених конструкцій;

– створення екстремальної ситуації, коли дія чинників пожежі перевищує межу психофізіологічних можливостей особистості; людину може охопити паніка або настати депресивний стан з відповідними негативними наслідками;

– вогняний шторм – небезпечне явище під час великих пожеж, що супроводжується всмоктуванням у полум'я всього, що перебуває поряд, у тому числі людей;

– вибухи; витікання небезпечних речовин може бути спричинене їхнім нагріванням під час пожежі, розгерметизацією ємностей та трубопроводів з небезпечними рідинами та газами тощо; вибухи збільшують площу горіння і можуть призводити до утворення нових осередків пожеж; люди, що перебувають поблизу, можуть підпадати під дію вибухової хвилі, отримувати ураження уламками тощо.

– вогнегасні речовини.

Таким чином, забезпечення пожежної безпеки – невід'ємна частина державної діяльності щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства та навколишнього середовища.

Пожежна безпека – відсутність неприпустимого ризику виникнення і розвитку пожеж та пов'язаної з ними можливості завдання шкоди живим істотам, матеріальним цінностям і довкіллю.

З метою захисту життя і здоров'я громадян, приватної, колективної та державної власності від пожеж, підтримання належного рівня пожежної безпеки на підприємствах, установах, організаціях і в населених пунктах створюється пожежна охорона.

Пожежна охорона – вид діяльності, який полягає у запобіганні виникненню пожеж і захисті життя та здоров'я населення, матеріальних цінностей, навколишнього природного середовища від впливу небезпечних чинників пожежі. Основними завданнями пожежної охорони є:

- забезпечення пожежної безпеки;
- запобігання виникненню пожеж та нещасним випадкам під час пожеж;
- гасіння пожеж, рятування населення, а також надання допомоги у ліквідації наслідків інших надзвичайних ситуацій.

Пожежна охорона поділяється на державну, відомчу, місцеву та добровільну (рис.4.55).

Забезпечення **державної** пожежної охорони відповідно до повноважень покладається на:

1) органи та підрозділи центрального органу виконавчої влади, який здійснює державний нагляд у сферах техногенної та пожежної безпеки;

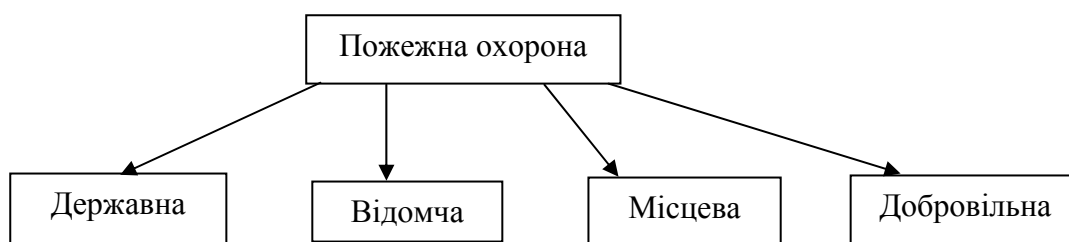


Рисунок 4.55 – Види пожежної охорони

2) державні пожежно-рятувальні підрозділи (частини) оперативно-рятувальної служби цивільного захисту;

3) допоміжні служби, призначені для забезпечення пожежної безпеки;

4) навчальні заклади цивільного захисту, науково-дослідні установи, об'єкти центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, та центрального органу виконавчої влади, який здійснює державний нагляд у сферах техногенної та пожежної безпеки;

5) державний центр сертифікації центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

У суб'єктів господарювання, віднесених до сфери управління відповідних центральних органів виконавчої влади, утворюються державні пожежно-рятувальні підрозділи (частини) для забезпечення **відомчої** пожежної охорони.

Пожежно-рятувальні підрозділи, що забезпечують **відомчу** пожежну охорону та мають виїзну пожежну техніку, залучаються до гасіння пожеж у порядку, встановленому центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

Нормативно-правові акти міністерств з питань підготовки рятувальників пожежно-рятувальних підрозділів, що забезпечують відомчу пожежну охорону, та організації гасіння пожеж погоджуються з центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

У селах, селищах, де немає пожежно-рятувальних підрозділів, сільські та селищні ради за погодженням з центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, утворюють пожежно-рятувальні підрозділи для забезпечення **місцевої** пожежної охорони.

У суб'єктів господарювання, населених пунктах для здійснення заходів із запобігання виникненню пожеж та організації їх гасіння органи місцевого самоврядування за рішенням територіальних громад, а також керівники суб'єктів господарювання можуть утворювати пожежно-рятувальні підрозділи для забезпечення **добровільної пожежної охорони**. Пожежно-рятувальні підрозділи утворюються з числа працівників суб'єктів господарювання, а населених пунктів – з числа громадян, які постійно проживають у цьому населеному пункті. За 12 місяців 2017 року підрозділами ДСНС на пожежах було врятовано 2377 людей, у тому числі 244 дитини; матеріальних цінностей на суму понад 14,4 млрд грн.

4.5.1 Законодавча і нормативно-правова база пожежної безпеки

Правовою основою діяльності в галузі пожежної безпеки є Конституція України, Кодекс цивільного захисту України, а також низка нормативних актів, які внесені до Державного реєстру нормативних актів з питань пожежної безпеки. Цей реєстр включає близько 360 найменувань документів, які поділені на 8 груп різних видів та рівнів: загальнодержавні, міжгалузеві, галузеві нормативні акти, нормативні акти міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, міждержавні, державні стандарти з питань пожежної безпеки тощо. Окрім документів, які увійшли до реєстру, існують нормативні акти спеці-

ального призначення, окремі розділи яких регламентують вимоги пожежної безпеки. Серед таких документів особливо слід відзначити НПАОП 40.1–1.32–01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», які визначають вимоги до типу електрообладнання, що має використовуватися у відповідних умовах, залежно від класу пожежонебезпечних і вибухонебезпечних зон.

Основним нормативним документом, що регламентує вимоги щодо пожежної безпеки є НАПБ А.01.001–2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Інші нормативні документи:

- ДСТУ Б В.1.1–36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків і зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою»;
- ДБН В.1.1–7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги»;
- ДБН В.2.5–13–98 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Пожежна автоматика будинків і споруд»;
- НАПБ Б.06.004–2007 «Перелік однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежегасіння та пожежної сигналізації»;
- ДСТУ 2272:2006 «Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять»;
- ДСТУ 2273–93 «Пожежна техніка. Терміни та визначення»;
- ДСТУ 3855–99 «Пожежна безпека. Визначення пожежної небезпеки матеріалів та конструкцій. Терміни та визначення»;
- НПАОП 40.1–1.21–98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»;
- Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників, затверджено Наказом Міністерства внутрішніх справ України 15.01.2018 № 25.

Забезпечення пожежної безпеки на території України, регулювання відносин у цій сфері органів державної влади, органів місцевого самоврядування та суб'єктів господарювання і громадян здійснюються відповідно до Кодексу цивільного захисту, законів та інших нормативно-правових актів.

Діяльність із забезпечення пожежної безпеки є складовою виробничої та іншої діяльності посадових осіб і працівників підприємств, установ та організацій. Зазначена вимога відображається у трудових договорах (контрактах), статутах та положеннях. Забезпечення пожежної безпеки суб'єкта

господарювання покладається на власників та керівників таких суб'єктів господарювання.

До складу центрального органу виконавчої влади, який здійснює нагляд (контроль) у сфері техногенної та пожежної безпеки, і його територіальних органів входять:

- органи державного нагляду у сфері пожежного нагляду;
- органи державного нагляду у сфері цивільного захисту і техногенної безпеки;
- підрозділи забезпечення та інші структурні підрозділи.

4.5.2 Процес горіння та його види

Для кращого розуміння умов утворення горючого середовища, джерел запалювання, оцінки та попередження вибухопожежонебезпеки, а також вибору ефективних заходів і засобів систем пожежної безпеки, треба мати уявлення про природу процесу горіння, його форми та види.

Горіння – це екзотермічний процес, який охоплює окисно-відновні перетворення речовин і/або матеріалів і характеризується наявністю легких продуктів і/або світлового випромінювання (ДСТУ 2272:2006 «Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять»). Ознаками горіння є теплове, світлове, ультрафіолетове випромінювання, наявність диму, погіршення складу газового середовища та підвищення його температури.

Необхідними елементами процесу горіння є:

- наявність горючої речовини у певному стані та кількості;
- наявність окислювача (кисню (при концентрації понад 8–10%), хлору, фтору, оксидів азоту, азотної кислоти, селітри тощо);
- джерело займання.

Залежно від наявності і кількості окислювача **горіння може бути:**

- повним (при достатній кількості окислювача), продуктами горіння якого є вуглекислий газ, вода, азот, сірчаний ангідрид та ін.;
- неповним (при нестачі окислювача), при якому утворюються горючі та токсичні продукти (оксид вуглецю, альдегіди, смоли, спирти та ін.).

Залежно від агрегатного стану речовин, що вступають у реакцію окиснення, розрізняють *гомогенне* горіння (речовини мають однаковий агрегатний стан, наприклад, газоподібний) та *гетерогенне* (має місце при наявності речовин у різних агрегатних станах, наприклад, горіння рідини і твердої речовини).

Процес горіння досить складний і має такі **різновиди**:

вибух – надзвичайно швидке хімічне перетворення, що супроводжується виділенням енергії і утворенням стислих газів, здатних виробляти механічну роботу;

детонація – горіння, при якому незгоріла суміш переміщається перед фронтом полум'я за допомогою ударної хвилі з надзвуковою швидкістю;

спалах – швидке згоряння горючої суміші без утворення стислих газів, що не переходять в стійке горіння;

загоряння – початок горіння під дією джерела запалювання;

займання – загоряння, що супроводжується появою полум'я;

самозаймання – початок горіння без впливу джерела запалювання;

тління – горіння без світіння, зазвичай супроводжується появою диму.

Залежно від джерела процеси **самозаймання** поділяються на такі типи:

– *теплове самозаймання* виникає при зовнішньому нагріванні до відповідної температури на певній відстані (через повітря);

– *мікробіологічне самозаймання* виникає під дією життєдіяльності живих організмів. Йому схильні речовини рослинного походження (зерно, сіно, тирса, торф та ін.);

– *хімічне самозаймання* виникає внаслідок нагрівання речовини в ході дії на нього окислювача (кисню, повітря, води, хлору, азотної кислоти та ін.). Наприклад, стиснений кисень викликає самозаймання мінеральних масел, які не займаються у повітрі.

4.5.3 Показники вибухо-пожежонебезпечності речовин і матеріалів.

Класи пожежі

Здатність до горіння є одним із основних показників вибухо-пожежонебезпечності речовин (матеріалів). Розрізняють **три групи горючості речовин та матеріалів**: негорючі, важкогорючі та горючі; будівельні матеріали поділяються на горючі та негорючі.

Негорючі речовини та матеріали – це такі, що не здатні до горіння чи обуглювання в повітрі під впливом вогню або високої температури: До них належать матеріали мінерального походження та виготовлені на їхній основі червона та силікатна цегла, бетон, камінь, азбест, мінеральна вата, азбестовий цемент та інші матеріали, а також більшість металів. При цьому негорючі речовини можуть бути пожежонебезпечними, наприклад, такі, що виділяють горючі продукти при взаємодії з водою.

Важкогорючі речовини та матеріали – це такі, що здатні спалахувати,

тліти чи обвуглюватися у повітрі від джерела запалювання, але не здатні самостійно горіти чи обвуглюватися після його видалення (матеріали, що містять спалюючі та неспалюючі компоненти, наприклад, деревина при глибокому просочуванні антипіренами, фіброліт тощо).

Горючі речовини та матеріали – це такі, що здатні самозайматися, а також спалахувати, тліти чи обвуглюватися від джерела запалювання та самостійно горіти після його видалення. У свою чергу, горючі матеріали та речовини поділяються на легкозаймисті (займаються від джерела запалювання незначної енергії (сірник, іскра тощо) без попереднього нагрівання (папір, целюлоза та інші)) та важкозаймисті (займаються від порівняно потужного джерела запалювання (пресований картон, руберойд та ін)).

Здатність речовин і матеріалів до займання залежить від температури (спалаху, спалахування, самоспалахування) та концентрації їх у середовищі. Температура спалаху та спалахування належать до показників вибухопожежо-небезпечності лише рідин та твердих речовин.

Температура спалаху – це найнижча температура речовини та матеріалу, за якої за встановленими умовами випробувань над його поверхнею утворюється пара, здатна спричинити спалах у повітрі під впливом джерела запалювання, але швидкість утворення пари недостатня для підтримання стійкого горіння. За температурою спалаху розрізняють:

- *легкозаймисті рідини* – рідини, які мають температуру спалаху, що не перевищує 61°C у закритому тиглі (бензин, ацетон, етиловий спирт та ін.);
- *горючі рідини* – рідини, які мають температуру спалаху понад 61°C у закритому тиглі або 66°C у відкритому (мінеральні мастила, мазут, формалін, ін.).

Щоб речовина спалахнула й почала горіти, її необхідно підігріти до температури спалахування. **Температура спалахування** – це найменша температура речовини, за якої вона починає займатися від імпульсу запалювання й продовжує горіти після його вилучення.

Температура самоспалахування – найменша температура навколишнього середовища, за якої за встановленими умовами випробування спостерігається самоспалахування речовини та матеріалу.

Важливими показниками, що характеризують, вибухо-пожежо-небезпечні властивості газів, рідин та пилу, є концентраційні межі поширення полум'я. **Нижня (НКМ) та верхня (ВКМ) концентраційні межі поширення полум'я** – це мінімальна та максимальна об'ємні (масові) частини горючої речовини в суміші з даним окислювачем, за яких можливе займання (спалахування) суміші від джерела запалювання з наступним поширенням полум'я по суміші на будь-

яку відстань від джерела запалювання. Суміші, що містять горючу речовину нижче НКМ чи вище ВКМ, горіти не можуть.

Наявність областей негорючих концентрацій речовин і матеріалів надає можливість вибрати такі умови їх зберігання, транспортування та використання, за яких виключається можливість виникнення пожежі чи вибуху. Основні показники, що характеризують пожежонебезпечні властивості речовин різного агрегатного і дисперсного станів, наведені в таблиці 4.11.

Наявність наведених в табл. 4.11 показників пожежонебезпечних властивостей речовин різного агрегатного стану пов'язана з особливостями їхнього горіння.

Таблиця 4.11 – Основні показники, що характеризують пожежонебезпечні властивості речовин різного агрегатного і дисперсного стану

Агрегатний (дисперсний) стан речовини	Основні показники пожежонебезпеки						
	t_{cp}	$t_{займ}$	$t_{сзайм}$	НКМПП	ВКМПП	$t_{НКМ}$	$t_{ВКМ}$
Тверда речовина	–	+	+	–	–	–	–
Рідини	+	+	+	+	+	+	+
Гази	–	–	+	+	+	–	–
Пил	–	+	+	+	–	–	–

Примітка. В табл. 4.11. Знаком «+» відмічено наявність показника для даного агрегатного стану речовини, а знаком «–» – його відсутність або незначимість.

Залежно від матеріалу, що горить, встановлюють **класи пожеж** за ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж», який у повній відповідності до європейського першоджерела (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004) встановлює класи пожеж залежно від матеріалу, що горить, і не передбачає визначення конкретного класу пожежі, що супроводжується горінням електрообладнання під напругою. Зазначений стандарт передбачає поділ пожеж на такі класи:

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

B – що супроводжуються горінням рідин або твердих речовин, які переходять у рідкий стан;

C – що супроводжуються горінням газів;

D – що супроводжуються горінням металів;

F – що супроводжуються горінням речовин, які використовують для при-

готування їжі (рослинних і тваринних олій та жирів) і містяться в кухонних приладах.

4.5.4 Категорії приміщень та зон за вибухопожежною та пожежною небезпекою

Відповідно до ДСТУ Б В.1.1–36:2016 всі виробничі приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою поділяються на **п'ять категорій**, які визначають на основі таких даних:

А – вибухопожежонебезпечна. Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не вище 28°C у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні газо-, пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, який перевищує 5 кПа, і/або речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти в ході взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа.

Б – вибухопожежонебезпечна. Горючі пил і/або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху вище 28°C, горючі рідини, нагріті вище температури спалаху, у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пило-, пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, який перевищує 5 кПа

В – пожежонебезпечна. Горючі гази, легкозаймисті, горючі і/або важкогорючі рідини, а також речовини і/або матеріали, які здатні вибухати і горіти або тільки горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним; тверді горючі і/або важкогорючі речовини і матеріали (включно з горючим пилом і/або волокнами), за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються), не належать до категорій А або Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легкозаймистих, горючих та важкогорючих речовин і/або матеріалів на окремих ділянках площею не менше 10 м² кожна перевищує 180 МДж·м⁻². Якщо питома пожежна навантага не перевищує 180 МДж·м², то приміщення належить до категорії Д за умови виконання вимог пунктів 7.6.5 та 7.6.8 нормативного документа ДСТУ Б В.1.1–36:2016.

Г – помірно пожежонебезпечна. Негорючі речовини і/або матеріали у гарячому, розпеченому і/або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, утворенням іскор і/або полум'я; горючі гази, рідини і/або тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо.

Д – знижено пожежонебезпечна. Речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорій приміщень А, Б і В (крім горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не належать до категорій А, Б або В.

Головним заходом запобігання пожеж і вибухів від електрообладнання є правильний вибір і експлуатація обладнання у вибухо- і пожежонебезпечних приміщеннях. Згідно з ПУЕ–15, приміщення поділяються на вибухонебезпечні і пожежонебезпечні зони.

Вибухонебезпечна зона – це простір у приміщенні, в якому є або можуть утворюватися вибухонебезпечні суміші. Вибухонебезпечні приміщення і зовнішні установки діляться на: газо- та пароповітряні вибухонебезпечні середовища, які утворюють вибухонебезпечні зони **класів 0, 1, 2** (по газах або парах), та пилоповітряні-вибухонебезпечні зони **класів 20, 21, 22**.

Пожежонебезпечна зона – це простір у приміщенні, де можуть знаходитися горючі речовини як при нормальному технологічному процесі, так і при можливих його порушеннях. ПУЕ передбачає поділ на 4 класи пожежонебезпечних зон: П–І, П–ІІ, П–ІІа, П–ІІІ.

Пожежонебезпечна зона класу П–І – простір, у якому застосовуються або зберігаються горючі рідини з температурою спалаху вище 61 °С.

Пожежонебезпечна зона класу П–ІІ – простір, у якому виділяється і накопичуються горючий пил або волокна з нижньою концентраційною межею поширення полум'я більше 65г/м³ у повітрі.

Пожежонебезпечна зона класу П–ІІа – простір, у якому містяться тверді горючі речовини і матеріали.

Пожежонебезпечна зона класу П–ІІІ – простір поза приміщеннями, в яких знаходяться горючі рідини з температурою спалаху більше 61 °С або тверді горючі речовини.

Залежно від класу вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зон вибирають технологічне обладнання (машини, апарати і пристрої), в тому числі електроосвітлювальні прилади. Зазвичай необхідний клас пожежовибухонебезпеки приміщень (зон) наводиться в паспортних даних обладнання.

Категорія вибухо- та пожежної безпеки приміщення, а також клас його вибухо-пожежонебезпеки, згідно з Правилами пожежної безпеки України, мають бути позначені табличкою відповідно до встановлених норм на входних дверях виробничих та складських приміщень.

Таким чином, кінцевою метою організації пожежної безпеки буде максимально можливе виключення потенційних джерел запалювання, зведення до мінімуму горючого середовища, організація на підприємстві такого рівня протипожежного режиму, при якому ймовірність виникнення пожежі і її наслідки будуть найменшими.

4.5.5 Ступінь вогнестійкості будівель

Умови розвитку пожежі багато в чому визначаються здатністю конструкційних елементів будівлі чинити опір впливу вогню. **Вогнестійкість** – здатність будівельних елементів і конструкцій зберігати несучу здатність, а також чинити опір нагріванню до критичних температур, утворення наскрізних отворів і поширенню вогню. Згідно з ДБН В.1.1.7–2016 всі будівлі і споруди за вогнестійкістю підрозділяються на п'ять ступенів (I, II, III, III–а, III–б, IV, IV–а, V), які характеризуються межами вогнестійкості основних будівельних конструкцій і межами поширення вогню.

Межа вогнестійкості – інтервал часу (в годинах) від початку вогневого стандартного випробування зразків до виникнення одного з таких явищ:

- втрата щільності (наявність в конструкції наскрізних тріщин або отворів, через які проникають продукти горіння або полум'я);
- втрата теплоізолюючої здатності (підвищення температури на поверхні, що не обігрівається, в середньому більш ніж на 140⁰С порівняно з температурою до випробування);
- втрата несучої здатності.

Межа поширення вогню – максимальний розмір (в см) пошкоджень (обуглювання або вигорання, оплавлення термопластичних матеріалів), що визначаються візуально. Наприклад, межа вогнестійкості міжповерхових перекриттів будівель I ступеня становить 1 год., IV ступеня – 0,25 год, а V взагалі не нормується. Межа поширення вогню для будівель I ступеня взагалі не допускається, а для IV ступеня становить 25 см.

Необхідною умовою пожежної безпеки є сувора відповідність ступеня вогнестійкості будівлі пожежовибухонебезпеці приміщення. Так, приміщення категорії А і Б мають розміщуватися в будівлях зі ступенем вогнестійкості I, а приміщення категорій В, Г і Д можуть розміщуватися в будівлях зі ступенем вогнестійкості I – V залежно від його поверховості та деяких інших характеристик.

4.5.6 Система запобігання пожежі

Система запобігання пожежі – це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на виключення умов його виникнення. Запобігання пожежі має досягатися запобіганням утворення горючого середовища і (або) запобіганням виникнення в займистому середовищі джерел запалювання.

Запобігання утворення горючого середовища досягається:

- максимально можливим застосуванням негорючих і важко горючих речовин і матеріалів;
- максимально можливим (за умовами технології) обмеженням маси (обсягу) горючих речовин, матеріалів і найбільш безпечним засобом їх розміщення;
- ізоляцією горючого середовища (застосуванням ізольованих відсіків, камер, кабін і т.ін.);
- підтриманням безпечної концентрації середовища відповідно до норм і правил й інших нормативно-технічних документів та правил безпеки;
- достатньою концентрацією флегматизатора в повітрі захищеного об'єму. До флегматизаторів належать інертні компоненти, які роблять середовище негорючим. Наприклад, інертний газ аргон, який використовується для захисту від горіння при проведенні аргоно-дугового зварювання;
- підтриманням температури і тиску середовища, за яких поширення полум'я виключається;
- максимальною механізацією і автоматизацією технологічних процесів, пов'язаних із застосуванням горючих матеріалів;
- установкою пожежонебезпечного устаткування за можливістю в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках;
- застосуванням пристроїв захисту (блокування) виробничого обладнання з горючими речовинами від пошкоджень та аварій.

Запобігання виникнення в займистому середовищі джерел запалювання досягається:

- застосуванням машин, механізмів, устаткування та інструменту, в ході експлуатації яких не утворюються джерела запалювання. Не допускається застосування іскристого інструменту під час роботи з легкозаймистими рідинами і газами;
- застосуванням електрообладнання, відповідного пожежонебезпечній і вибухонебезпечній зонам, групі і категорії вибухонебезпечної суміші. Відповідно до вимог ПУЕ;
- застосуванням у конструкції швидкодіючих засобів захисного відключення можливих джерел запалювання;
- застосуванням технологічного процесу і обладнання, що задовольняє

вимоги електростатичної безпеки;

- пристроєм блискавкозахисту будівель, споруд і обладнання;
- підтриманням температури нагріву поверхні машин, механізмів, устаткування, інструменту, які можуть увійти в контакт з горючим середовищем, нижче 80% найменшої температури самозаймання пального;
- виключення можливості появи іскрового заряду в займистому середовищі з енергією не менше мінімальної енергії запалювання;
- ліквідацією умов для теплового, хімічного або мікробіологічного самозаймання;
- усуненням контакту з повітрям пірофорних речовин;
- зменшенням визначального розміру займистого середовища нижче гранично допустимого за горючістю;
- виконанням діючих будівельних норм, правил і стандартів.

4.5.7 Система протипожежного захисту

Система протипожежного захисту – це сукупність організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей небезпечних чинників пожежі та обмеження матеріальних збитків від неї. Протипожежний захист досягається такими вимогами:

– застосуванням засобів пожежогасіння та відповідних видів пожежної техніки. До них належать: первинні засоби пожежогасіння (різні типи вогнегасників, і протипожежне водопостачання), і пересувні засоби (пожежні машини, автонасоси, мотопомпи, пожежні поїзди, теплоходи, танки, літаки та ін.). Хімічні та повітряно-пінні вогнегасники не можна застосовувати для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, а також лужних металів і їх карбідів, оскільки до складу піни входить вода. Вуглекислотні вогнегасники не можна використовувати для гасіння гідрофільних ЛЗР (спирт, ацетон і т.ін., в яких CO₂ добре розчиняється), тліючих речовин, а також речовин, здатних горіти без доступу повітря (целулоїд, магній і ін.). Для всіх перерахованих засобів та видів техніки мають бути визначені нормативні (розрахункові) запаси.

– застосуванням автоматичних установок пожежної сигналізації і пожежогасіння. Автоматичні установки приводяться в дію датчиками (сповіщувачами), які залежно від діючих факторів пожежі діляться на: теплові, димові і світлові. Пожежний зв'язок і сигналізація здійснюються за допомогою телефону спеціального або загального призначення, радіозв'язком, електричною пожежною сигналізацією (ЕПС) і сиренами;

– застосуванням будівельних матеріалів з нормованими показниками

пожежної небезпеки;

– *застосуванням пропитки конструкцій об'єктів антипіренами і нанесенням їх на поверхні вогнезахисних фарб. Наприклад, рідким склом;*

– *пристроями, що забезпечують обмеження поширення пожежі. До них належать: протипожежні перешкоди в будівлях і окремих пристроях; пристрої аварійного відключення установок і комунікацій; засоби, що запобігають (обмежують) розлив і розтікання рідин під час пожежі та ін.;*

– *використанням технічних засобів оповіщення і евакуації людей. Евакуація людей має бути завершена до настання гранично допустимих значень небезпечних чинників пожежі, а при недоцільності евакуації має бути забезпечений захист людей в захисних об'єктах. Для цього має бути встановлена необхідна кількість, розміри і конструктивне виконання евакуаційних шляхів і виходів. За необхідності – світлові вказівники, засоби звукового і мовного оповіщення;*

– *застосуванням засобів колективного (захисні споруди та інші пожежобезпечні зони) та індивідуального захисту людей від небезпечних чинників пожежі;*

– *застосуванням засобів протидимного захисту. Вони повинні забезпечувати незадимлення, зниження температури і видалення продуктів горіння і термічного розкладання на шляхах евакуації людей. До них належать потужні вентиляційні установки, повітроводи, холодильні машини, кондиціонери та інші пристрої. Зазвичай ці пристрої мають подвійне призначення: в звичайних умовах забезпечують нормальний хід технологічного процесу, а під час пожежі їх перемикають на подачу чистого і охолодженого припливного повітря до евакуаційних шляхів.*

4.5.8 Евакуація людей з будівель і споруд

Для захисту людей від вражаючих чинників пожежі необхідно якомога швидше провести їх евакуацію. **Евакуація людей при пожежі** – це вимушений організований процес руху людей із зони, де є можливість впливу на них небезпечних чинників пожежі, назовні або в іншу безпечну зону.

Евакуацією також вважається несамотійне переміщення людей, що належать до маломобільних груп населення, що здійснюється за допомогою обслуговуючого персоналу, особового складу пожежної охорони і т.ін. Евакуація здійснюється по шляхах евакуації до евакуаційних виходів.

Важливим показником її ефективності, є час евакуації, протягом якого люди можуть покинути приміщення або будівлю в цілому до настання критичної фази

пожежі (виникнення критичних значень температур, концентрацій кисню, продуктів горіння і т.ін.). Час евакуації розраховується як сума інтервалів часу при русі по окремих ділянках маршруту і оцінюється з урахуванням:

- ступеня вогнестійкості будівлі;
- категорії приміщення щодо вибухопожежної та пожежної небезпеки;
- об'єму приміщення.

Так, наприклад, для вибухопожежонебезпечних приміщень (категорії А і Б) обсягом до 15000 м³, розташованих у будівлях I, II, III ступенів вогнестійкості, допустимий час евакуації становить 0,5 хв., А для пожежонебезпечних приміщень (категорія В) – 1,25 хв.

Для забезпечення безпечної евакуації до виробничих будівель та приміщень висувається ряд вимог, згідно з ДБН В.1.1.7–2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». Важливим нормованим показником є максимально допустима відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого виходу з приміщення. Ця відстань визначається залежно від:

- категорії приміщення щодо вибухопожежної та пожежної небезпеки;
- ступеня вогнестійкості будівлі;
- поверховості будівлі.

Так, наприклад, для пожежонебезпечних приміщень (категорія В) в будівлях I і II ступеня вогнестійкості, що мають не менше трьох поверхів, максимально допустима відстань складає 75м. Число евакуаційних виходів має бути не менше двох. Вони мають розташовуватися розосереджено.

4.5.9 Відповідальність за порушення вимог пожежної безпеки

За порушення встановлених законодавством вимог пожежної безпеки, створення перешкод для діяльності посадових осіб органів державного пожежного нагляду, невиконання їх приписів винні в цьому посадові особи, інші працівники підприємств, установ, організацій та громадяни притягаються до відповідальності згідно з чинним законодавством.

За порушення встановлених законодавством вимог пожежної безпеки, невиконання приписів посадових осіб органів державного пожежного нагляду підприємства, установи, організації можуть притягатися в судовому порядку для сплати штрафу. Максимальний розмір штрафу у цих випадках не може перевищувати 2% місячного фонду заробітної плати підприємства, установи, організації. Розміри і порядок накладання штрафів визначаються законодавством України.

Підприємства, установи, організації та громадяни, відповідно до чинного законодавства, зобов'язані відшкодувати збитки, завдані у зв'язку з пору-

шенням ними протипожежних вимог. Посадові особи та інші працівники, з вини яких підприємства, установи, організації понесли витрати, пов'язані з відшкодуванням завданих збитків, несуть відповідальність у порядку, встановленому законодавством.

Порядок провадження у справах про адміністративні правопорушення за порушення встановлених законодавством вимог пожежної безпеки та невиконання приписів (постанов) посадових осіб державного пожежного нагляду визначається законодавством України, Кодексом України про адміністративні правопорушення, наказами, положеннями та інструкціями ДСНС.

Контрольні запитання та завдання

1. Охарактеризуйте принцип роботи систем заземлення IT та TN–С.
2. Які методи захищають людину від прямого дотику до електричної мережі?
3. Охарактеризуйте опір тіла людини електричному струму.
4. В чому полягають основні види дії ЕМП на живі організми?
5. Які зони виникають навколо будь-якого джерела ЕМП радіочастотного діапазону? В чому їх особливість?
6. Які існують основні методи та засоби від електромагнітної небезпеки? Від чого вони залежать?
7. Основні методи та засоби від інфрачервоного, ультрафіолетового та лазерного випромінювання. В чому їх схожість та відмінність?
8. Які існують кількісні та якісні показники видимого оптичного випромінювання?
9. В чому полягає небезпека радіоактивних елементів для людини?
10. Охарактеризуйте особливості методів та засобів захисту від іонізуючого випромінювання.
11. В чому полягає акустична небезпека? Охарактеризуйте вплив виробничого шуму та виробничої вібрації на організм людини.
12. Які існують методи та засоби захисту від виробничого шуму та виробничої вібрації? В чому їх схожість та відмінність?
13. Як параметри мікроклімату впливають на працездатність людини?
14. Що таке токсичність і як вона визначається?
15. Які існують види пожежної охорони?

5 БЕЗПЕКА НАСЕЛЕННЯ І ТЕРИТОРІЙ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ, ЛІКВІДАЦІЯ ЇХ НАСЛІДКІВ

5.1 Особливості надзвичайних ситуацій

У повсякденному житті людина підпадає під вплив різного роду небезпек як природного і техногенного, так і соціального характеру на виробництві, в побуті, на відпочинку, в подорожі і в інших життєвих ситуаціях. Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій (НС) природного і техногенного, економічного і соціального характеру – одна з найважливіших функцій держави наряду з забезпеченням національної безпеки і сталого розвитку держави.

Згідно з Кодексом цивільного захисту України **надзвичайна ситуація** – обстановка на окремій території чи суб'єкті господарювання на ній або водному об'єкті, яка характеризується порушенням нормальних умов життєдіяльності населення, спричинена катастрофою, аварією, пожежею, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, застосуванням засобів ураження або іншою небезпечною подією, що призвела (може призвести) до виникнення загрози життю або здоров'ю населення, великої кількості загиблих і постраждалих, завдання значних матеріальних збитків, а також до неможливості проживання населення на такій території чи об'єкті, провадження на ній господарської діяльності.

Як зазначалося вище, **аварія** – це небезпечна подія техногенного характеру, що спричинила ураження, травмування населення або створює на окремій території чи території суб'єкта господарювання загрозу життю або здоров'ю населення та призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи спричиняє наднормативні, аварійні викиди забруднюючих речовин та інший шкідливий вплив на навколишнє природне середовище.

Особливо важкі аварії можуть призвести до **катастрофи** – великої за масштабами аварії чи іншої події, що призводить до тяжких наслідків.

Якщо за умовну одиницю прийняти певний рівень техногенного навантаження, за яким відбуваються незворотні, катастрофічні зміни, то 80 % рівня вже досягнуто у Запорізькій, Луганській, Донецькій, Івано-Франківській областях та у автономній республіці Крим. Для цих регіонів кожні 5–6 років вірогідні серйозні аварії, катастрофи з великою кількістю жертв.

Наслідки надзвичайних ситуацій, як правило, бувають важкими і навіть

трагічними. Це ураження, каліцтва, загибель людей, дестабілізація соціальної системи, руйнування, затоплення, масові пожежі; хімічне, радіоактивне, біологічне забруднення.

Постраждалими від НС вважаються особи, яким внаслідок дії вражаючих чинників джерела надзвичайної ситуації завдано тілесне ушкодження або які захворіли, що призвело до втрати працездатності, засвідченої в установленому порядку.

Наукові дослідження свідчать, що в подальшому спостерігатиметься збільшення загальної кількості надзвичайних ситуацій, масштабності їх наслідків, у т.ч. для життя і здоров'я людей та розміру збитків. Головними напрямками діяльності у цій ситуації є попередження та відвернення надзвичайних ситуацій, зменшення сили їх впливу, своєчасне та адекватне реагування на них. Цього можна досягнути, детально вивчивши їх причини, вражаючі фактори, механізм розвитку, основні засоби попередження та захисту.

Наказом Держстандарту України від 11.10.2010 р. № 457 введено в дію Державний класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019–2010, який є складовою частиною Державної системи класифікації і кодування техніко-економічної та соціальної інформації в Україні. Класифікації підлягають НС (виявлені й можливі), а також ті, що можуть виникнути на об'єкті в різних галузях національного господарства чи на окремій території України відповідно до ДК 019–2010.

Наказом МНС України від 12.12.2012 р. № 1400 затверджено класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій. З прийняттям 24.03.2004р. Кабінетом Міністрів України Постанови № 368 «Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями» (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ N 380 (380–2013–п) від 29.05.2013) було завершено формування нормативно-правового поля з питань класифікації надзвичайних ситуацій.

Класифікаційна ознака НС – технічна чи інша характеристика події, що її визначають установленим порядком і яка дає змогу віднести подію до надзвичайної ситуації. Таким чином, надзвичайні ситуації класифікують за декількома ознаками: характером походження, ступенем поширення, розміром людських втрат і матеріальних збитків.

Залежно **від характеру походження** подій, що можуть зумовити виникнення надзвичайних ситуацій на території України, визначають такі види надзвичайних ситуацій (див. рис. 5.1):



Рисунок 5.1 – Класифікація НС в Україні

– *техногенного характеру* – це порушення нормальних умов життя та діяльності людей унаслідок транспортної аварії (катастрофи), пожежі, вибуху, аварії з викиданням (загрозою викидання) небезпечних хімічних, радіоактивних і біологічно небезпечних речовин, раптового руйнування споруд; аварії в електроенергетичних системах, системах життєзабезпечення, системах телекомунікацій, на очисних спорудах, у системах нафтогазового промислового комплексу, гідродинамічних аварій тощо;

– *природного характеру* – це порушення нормальних умов життя та діяльності людей, яке пов’язане з небезпечним геофізичним, геологічним, метеорологічним або гідрологічним явищем, деградацією ґрунтів чи надр, пожежею у природних екологічних системах, зміною стану повітряного басейну, інфекційною захворюваністю та отруєнням людей, інфекційним захворюванням свійських тварин, масовою загибеллю диких тварин, ураженням сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками тощо;

– *соціального характеру* – порушення нормальних умов життя та діяльності людей, яке спричинене протиправними діями терористичного і антиконституційного спрямування, або пов’язане із зникненням (викраденням) зброї та небезпечних речовин, нещасними випадками з людьми тощо;

– *воєнного характеру* – порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об’єкті на ній або на водному об’єкті, спричинене застосуванням звичайної зброї або зброї масового ураження, під час якого виникають вторинні чинники ураження населення, що її визначають в окремих нормативних документах. У цьому класифікаторі НС воєнного характеру не

подано в подробицях, а лише зазначено на найвищому рівні деталізації з кодом 40000.

Залежно від обсягів заподіяних наслідків, кількості постраждалих і загиблих, обсягів технічних і матеріальних ресурсів, необхідних для ліквідації її наслідків, визначають такі **рівні надзвичайних ситуацій** (див. рис. 5.1):

- державний;
- регіональний;
- місцевий;
- об'єктовий.

Для визначення рівня надзвичайної ситуації на підставі Порядку класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 березня 2004 р. № 368 9 (зі змінами від 29.05.2013) встановлюються такі критерії:

1) територіальне поширення та обсяги технічних і матеріальних ресурсів, що необхідні для ліквідації наслідків надзвичайної ситуації;

2) кількість людей, які внаслідок дії вражаючих чинників джерела надзвичайної ситуації загинули або постраждали, або нормальні умови життєвільності яких порушено;

3) розмір збитків, завданих вражаючими чинниками джерела надзвичайної ситуації, який розраховується відповідно до Методики оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру.

Відповідно до зазначеного, до **державного рівня** належить надзвичайна ситуація:

1) яка поширилась або може поширитися на територію інших держав;

2) яка поширилась на територію двох чи більше регіонів України (Автономної Республіки Крим, областей, м. Києва та Севастополя), а для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують можливості цих регіонів, але не менш як 1 % від обсягу видатків відповідних місцевих бюджетів (надзвичайна ситуація державного рівня за територіальним поширенням);

3) яка призвела до загибелі понад 10 осіб або внаслідок якої постраждало понад 300 осіб чи було порушено нормальні умови життєдіяльності понад 50 тис. осіб на тривалий час (більш як на 3 доби);

4) внаслідок якої загинуло понад 5 осіб або постраждало понад 100 осіб, чи було порушено нормальні умови життєдіяльності понад 10 тис. осіб на тривалий час (більш як на 3 доби), а збитки перевищили 25 тис. мінімальних розмірів (на час виникнення надзвичайної ситуації) заробітної плати;

5) збитки, від якої перевищили 150 тис. мінімальних розмірів заробітної плати;

б) яка в інших випадках, передбачених актами законодавства, за своїми ознаками визнається як надзвичайна ситуація державного рівня.

Регіонального рівня визнається надзвичайна ситуація:

1) яка поширилась на територію двох чи більше районів (міст обласного значення) Автономної Республіки Крим, областей, а для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують можливості цих районів, але не менш як 1 % обсягу видатків відповідних місцевих бюджетів (надзвичайна ситуація регіонального рівня за територіальним поширенням);

2) яка призвела до загибелі від 3 до 5 осіб або внаслідок якої постраждало від 50 до 100 осіб, чи було порушено нормальні умови життєдіяльності від 1 тис. до 10 тис. осіб на тривалий час (більш як на 3 доби), а збитки перевищили 5 тис. мінімальних розмірів заробітної плати;

3) збитки перевищили 15 тис. мінімальних розмірів заробітної плати.

Місцевого рівня визнається надзвичайна ситуація:

1) яка вийшла за межі території потенційно небезпечного об'єкта, загрожує довкіллю, сусіднім населеним пунктам, інженерним спорудам, а для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості потенційно небезпечного об'єкта;

2) внаслідок якої загинуло 1–2 особи або постраждало від 20 до 50 осіб, чи було порушено нормальні умови життєдіяльності від 100 до 1000 осіб на тривалий час (більш як на 3 доби), а збитки перевищили 0,5 тис. мінімальних розмірів заробітної плати;

3) збитки від якої перевищили 2 тис. мінімальних розмірів заробітної плати.

Об'єктового рівня визнається надзвичайна ситуація, яка не підпадає під названі вище визначення.

Як видно з наведених класифікацій, одиницями виміру класифікаційної ознаки визначені показники: кількість осіб, голів, факт виникнення події, тоннаж, час, площа, перевищення їх порогових значень. Порогові значення показників ознак для НС у транспортній, виробничій сферах, сфері життєзабезпечення, у природному середовищі та інших сферах життєдіяльності людини різні.

Так, показник загибелі або травмування людей внаслідок дорожньо-транспортних пригод становить від 5 та 15 осіб відповідно, показник загибелі або травмування людей внаслідок аварій, катастроф, отруєнь та нещасних

випадків становить від 3 та 10 осіб, від 2 та 5 осіб при руйнуванні підземних споруд, пожеж (крім побутових пожеж) та вибухів, та від 1 особи – під час захворювання на екзотичні, особливо небезпечні інфекційні хвороби (чума, натуральна віспа і т. ін.).

Таким чином, для віднесення будь-якої небезпечної події до НС необхідно порівняти фактичні наслідки події з пороговими значеннями показників ознак НС, а для визначення рівня НС класифікувати її за критеріями територіального поширення, обсягами задіяних матеріальних та технічних ресурсів для ліквідації та розміром заподіяних або очікуваних матеріальних збитків від НС. **При перевищенні фактичним показником порогового значення надзвичайна подія вважається надзвичайною ситуацією.**

Порядок визначення НС з урахуванням нормативних документів відображено на рис. 5.2.

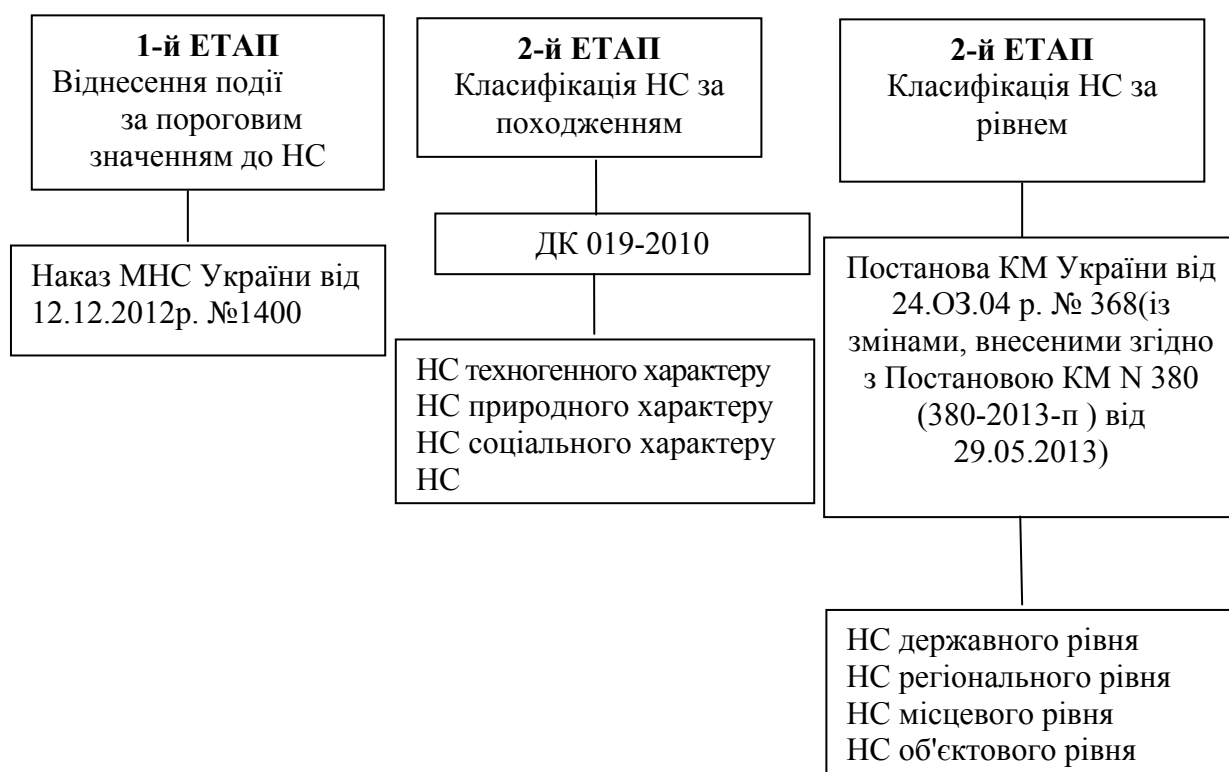


Рисунок 5.2 – Порядок класифікації надзвичайних ситуацій

5.2 Характеристики НС техногенного характеру

5.2.1 Основні характеристики техногенної небезпеки

Поява принципово нових, але досить небезпечних видів техніки та технологій, накопичення на хімічних підприємствах величезних «запасів» небезпечних для довкілля та здоров'я людини токсикантів, підвищення склад-

ності технічних систем, з якими оперує людина, є причинами виникнення небезпек, які призводять до підвищення частоти промислових аварій та катастроф, тобто створюється техногенно небезпечна ситуація.

Техногенна безпека – відсутність ризику виникнення аварій та/або катастроф на потенційно небезпечних об'єктах, а також у суб'єктів господарювання, що можуть створити реальну загрозу їх виникнення. Техногенна безпека характеризує стан захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Забезпечення техногенної безпеки є особливою (специфічною) функцією захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій.

Для попередження виникнення надзвичайних ситуацій або надзвичайних подій відповідні державні органи та нормативні документи контролюють роботу усіх **об'єктів підвищеної небезпеки** – об'єктів, на яких використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об'єкти як такі, що відповідно до закону є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

Стан потенційно небезпечного об'єкта, що характеризується порушенням меж та/або умов безпечної експлуатації, але не перейшов в аварію, за якого всі несприятливі впливи джерел небезпеки на персонал, населення та навколишнє середовище утримуються у прийнятних межах за допомогою відповідних технічних засобів, передбачених проектом, називається **аварійною ситуацією**.

Однак, зношеність матеріальної бази і обладнання, порушення правил безпеки та людська халатність призводять до техногенних аварій на заводах та підприємствах в Україні. Наприклад, аварія на об'єктах ЖКГ в Алчевську 22 січня 2006 року, коли системи опалення в місті практично повністю заморозилися. Внаслідок помилки комунальних служб, незважаючи на морози та припинення опалення, воду з труб не злили, через що замерзаюча вода їх розірвала. Близько 60 тисяч мешканців міста опалювали своє житло тільки індивідуальними електричними обігрівачами. Через кілька днів каналізаційні системи також заморозилися, через відсутність теплої водопровідної води. У місті була оголошена надзвичайна ситуація державного рівня. Сотні дітей разом зі вчителями були евакуйовані на курорти і готелі в інші регіони України.

У жовтні 2007 року в житловому будинку в Дніпропетровську стався вибух газу. Будинок був частково зруйнований, загинули 23 людини. Потерпілими в результаті аварії визнані 430 осіб. Дніпропетровська прокуратура

вважає, що причиною вибуху стало порушення правил техніки безпеки співробітниками місцевого підприємства АТ "Дніпрогаз".

Спричинити пожежу та вибух на підприємстві можуть також порушення правил і норм пожежної безпеки. Ці порушення дуже часто призводять до виникнення **небезпечної події** – подія, у тому числі катастрофа, аварія, пожежа, стихійне лихо, епідемія, епізоотія, епіфітотія, яка за своїми наслідками становить загрозу життю або здоров'ю населення чи призводить до завдання матеріальних збитків.

Одна з найнебезпечніших подій 2017 року сталася саме на об'єкті підвищеної небезпеки – це вибух на одному з найбільших в Україні складі боєприпасів у місті Балаклея Харківської області вночі 23 березня 2017 року. Пожежа охопила кілька майданчиків зберігання танкових та артилерійських снарядів калібру 125 і 152 мм, вогонь поширився приблизно на третину території бази, площа якої становить 368 га. Місцеві жителі почали одразу залишати місто, згодом і влада розпочала евакуацію людей у 5-кілометровій зоні навколо військових складів. Пожежу на складі загасили лише наступного дня – 24 березня. Наступні декілька днів на складі лунали поодинокі вибухи. Розмінування ж території тривало аж до середини травня. Пожежа знищила близько 70% боєприпасів, повністю зруйнувала 5 будинків та пошкодила понад 300 будівель. Внаслідок інциденту загинули двоє жінок, ще троє осіб отримали поранення.

Аналіз наслідків аварій, характеру їх впливу на навколишнє природне середовище (НПС) обумовив розподіл їх за видами: аварії на системах життєзабезпечення; на транспорті (повітряному, водному, наземному, підземному, трубопровідному); гідродинамічні аварії; вибухи; пожежі; аварії, що пов'язані з викидом небезпечних речовин: небезпечних хімічних речовин (НХР), радіоактивних речовин (РР), небезпечних біологічних речовин (НБР).

Техногенні небезпеки виникають внаслідок дії на людину небажаних факторів – умови рушійної сили будь-якого процесу чи явища. Основні фактори ураження техногенних НС зведені в таблиці 5.1.

Фактори ураження джерел техногенних надзвичайних ситуацій класифікують за генезисом (виникненням і наступним розвитком факторів ураження) та механізмом дії.

За генезисом фактори ураження поділяють на фактори:

– прямої дії, або первинні. Первинні фактори ураження – безпосередньо викликаються виникненням джерела техногенної надзвичайної ситуації;

Таблиця 5.1 – Фактори ураження та їх параметри

Фактор ураження	Параметр фактора ураження
Повітряна ударна хвиля, що виникає при ядерному вибуху, а також внаслідок вибухів легкозаймистих та вибухових речовин.	Надмірний тиск у фронті ударної хвилі. Тривалість фази тиску. Імпульс фази тиску.
Світлове випромінювання, що виникає при ядерному вибусі.	Характеризується величиною потоку енергії. Тривалість світіння може становити від одиниць до десятків секунд.
Електромагнітний імпульс (ЕМІ), що виникає при ядерному вибусі.	Виникають потужні іонізаційні струми, що є причиною електромагнітних полів, які призводять до виникнення ЕРС, здатну пробивати ізоляційні матеріали та напівпровідники, через що радіоелектронна та електротехнічна апаратура виходить із ладу. Тривалість імпульсу залежить від потужності вибуху й досягає десятих часток секунди.
Проникаюча радіація, що виникає при ядерному вибусі.	Гамма-випромінювання й потік нейтронів. Під час ядерного вибуху тривалість дії проникаючої радіації не перевищує 15 с.
Радіоактивне зараження місцевості, що виникає при ядерному вибусі.	Гамма- і бета- випромінювання.
Хвиля тиску в ґрунті, що виникає внаслідок вибухів легкозаймистих та вибухових речовин.	Максимальний тиск. Час дії тиску. Час збільшення тиску до максимуму.
Сейсмічна вибухова хвиля, що виникає внаслідок потужних вибухів вибухових речовин.	Швидкість розповсюдження хвилі. Максимальне значення масової швидкості ґрунту. Час зростання напруги у хвилі до максимуму.
Хвиля прориву гідротехнічних споруд (гребель, шлюзів, дамб тощо).	Швидкість хвилі прориву. Глибина хвилі прориву. Температура води. Час існування хвилі прориву.
Уламки, що виникають при вибухах легкозаймистих та вибухових речовин.	Маса уламка. Швидкість розлітання уламка.
Екстремальний нагрів середовища, що виникає при пожежах, вибухах легкозаймистих та вибухових речовин.	Температура середовища. Коефіцієнт тепловіддачі. Час дії джерела екстремальних температур.
Теплове випромінювання, що виникає при пожежах, вибухах.	Енергія теплового випромінювання. Потужність теплового випромінювання. Час дії теплового випромінювання.
Іонізуюче випромінювання, що виникає при аваріях (катастрофах) з викидом радіоактивних речовин.	Активність радіонукліда в джерелі іонізації. Щільність радіоактивного забруднення місцевості. Концентрація радіоактивного забруднення. Концентрація радіонуклідів.
Токсичність хімічних речовин, що виникає при аваріях (катастрофах) з викидом НХР.	Концентрація небезпечної хімічної речовини в середовищі. Щільність хімічного зараження місцевості та об'єктів.
Збудники хвороб, що з'являються у НПС внаслідок аварій на підприємствах, у науково-дослідних установах.	Бактерії, віруси, грибки та токсини.

– побічної дії, або вторинні. Вторинні фактори ураження викликаються змінами об'єктів навколишнього природного середовища і первинними

факторами ураження.

За механізмом дії фактори ураження поділяють на фактори фізичної, хімічної та біологічної дії. До факторів ураження **фізичної дії** належать: повітряну ударну хвилю; хвилю тиску у ґрунті; сейсмічну вибухову хвилю; хвилю прориву гідротехнічних споруд; уламки; екстремальний нагрів середовища; теплове випромінювання; іонізуюче випромінювання. До факторів ураження **хімічної дії** належать токсичність хімічних речовин. До факторів ураження **біологічної дії** належать деякі види хвороботворних мікроорганізмів, які здатні викликати інфекційні захворювання у людей, тварин, рослин.

5.2.2 Радіаційна небезпека

До джерел ядерної небезпеки належать: АЕС; підприємства з виготовлення і переробки ядерного палива; підприємства з поховання радіоактивних відходів; науково-дослідні організації, які працюють з ядерними реакторами; ядерні енергетичні установки на пересувних об'єктах; зона відчуження Чорнобильської АЕС; атомний флот, ядерна зброя країн НАТО, Росії та ін.

В Україні експлуатуються 4 атомні електричні станції: Запорізька (6 блоків по 1000 МВт), Рівненська (4 блоки по 1000 МВт), Південноукраїнська (4 блоки по 1000 МВт) і Хмельницька (4 блоки по 1000 МВт). Значна частина діючих енергоблоків АЕС морально застаріла, проектний термін експлуатації енергоблоків першого покоління АЕС становить близько 30 років, тривалість експлуатації більшості блоків – 15–20 років, а окремих – понад 20 і більше. Спрацьованість деякого устаткування, зокрема елементів і систем, важливих для безпеки, наближається до меж термінів експлуатації.

Існуюча практика експлуатації АЕС показала, що принципів безпеки дотримуються не завжди, часто ігноруються норми радіаційної і загальної безпеки АЕС, що може призводити до аварійних ситуацій від об'єктового рівня до глобальних катастроф. Найвищий рівень радіаційної небезпеки за регіонами спостерігається у Дніпропетровській, Харківській і Рівненській областях, що зумовлено наявністю на їх території АЕС та значної кількості підприємств, які використовують або зберігають джерела іонізуючого випромінювання у вигляді радіоактивних речовин або пристроїв. Підвищений рівень безпеки мають м. Київ, Кіровоградська і Запорізька області, середній – Київська, Сумська, Одеська і Миколаївська області. Найнижчий рівень радіаційної небезпеки мають Черкаська, Чернівецька, Донецька, Тернопільська, Закарпатська області.

Особливу ядерну небезпеку складає ще одне джерело – це ядерна зброя. **Ядерною зброєю** називається сукупність ядерних боєприпасів, засобів їхньої

доставки і управління. Залежно від типу заряду зброї поділяється на атомну, термоядерну (водневу), нейтронну і комбіновану. При вибуху атомного боезаряду відбувається ланцюгова реакція розподілу ядер урану, плутонію й інших трансуранових ізотопів, а при вибуху термоядерного – реакція синтезу легких ядер ізотопів водню (дейтерію, тритію, літію). Такі боезаряди встановлюють на ракетах, авіаційних бомбах, торпедах, фугасах та артилерійських снарядах. Залежно від призначення і потужності ядерна зброя поділяється на:

- тактичну, яка призначена для ураження живої сили й бойової техніки супротивника на фронті й у найближчих тилах. До тактичної ядерної зброї звичайно належать і засоби ураження морських, повітряних, і космічних цілей;
- оперативно-тактичну, яка призначена для знищення об'єктів супротивника в межах оперативної глибини;
- стратегічну, яка призначена для знищення адміністративних, промислових центрів й інших стратегічних цілей у глибокому тилу супротивника.

Потужність вибуху боезаряду вимірюється масою тротилового енергетичного еквівалента (рис. 5.3). В стратегічному боезаряді вона складає від декількох сотень тонн до декількох десятків мегатонн. Потужність нейтронного боезаряду може бути набагато меншою.

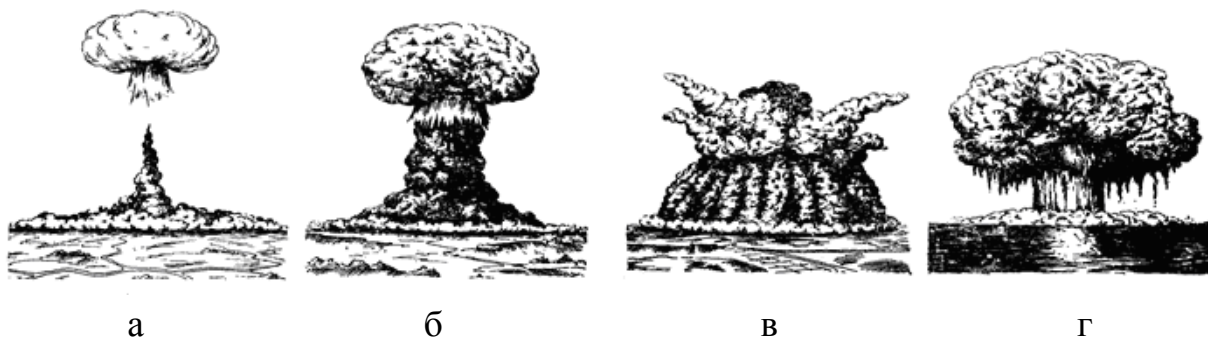


Рисунок 5.3 – Ядерні вибухи: а – повітряний; б – наземний; в – підземний; г – підводний

Уражуюча дія ядерного вибуху (див. табл. 5.1) визначається повітряною ударною хвилею; світловим випромінюванням; електромагнітним імпульсом; проникаючою радіацією; радіоактивним зараженням місцевості.

Розподіл енергії між уражуючими факторами ядерного вибуху залежить від виду вибуху й умов, у яких він відбувається. При вибуху стратегічного заряду в атмосфері приблизно 50% енергії вибуху розходить на утворення ударної хвилі, 30–40 % – на світлове випромінювання, до 5% – на проникаючу радіацію й електромагнітний імпульс і до 15% – на радіоактивне зараження.

Для нейтронного вибуху характерні ті ж уражуючі фактори, однак

розподіл енергії вибуху інший:

8–10 % – на утворення ударної хвилі;

5–8 % – на світлове випромінювання;

до 85% – на проникаючу радіацію (переважно на нейтронне- й гамма-випромінювання).

Як видно з наведених характеристик, **нейтронний вибух** має значно меншу руйнуючу й пожежостворюючу здатність. Однак через вищу проникаючу радіацію має більше радіаційне ураження людей і тварин. Завдяки цьому нейтронна зброя може використовуватися супротивником переважно в тактичних військових завданнях. Сама ж Україна ядерної зброї не має з 1994 року.

Негативною стороною науково-технічного прогресу є поява нових видів зброї, які можуть використовуватися у військових або терористичних цілях. Одним із цих видів є **радіологічна зброя** («брудна» бомба) – зброя масового ураження; її дія базується на використанні бойових радіоактивних речовин. Ці радіоактивні речовини виготовляють у вигляді розчинів або порошків, які мають в своєму складі радіоактивні ізотопи хімічних елементів і їм властиве іонізуюче випромінювання.

Основним джерелом радіологічної зброї служать відходи, які утворюються під час роботи ядерних реакторів. Використання радіологічної зброї може здійснюватися в розпилювачах авіаційних приладів, авіаційних бомб, безпілотних літаків, артилерійських снарядів і інших боєприпасів.

Радіологічна зброя може використовувати як готові радіоізотопи, так і такі, що утворюються у момент підриву атомної бомби. Під дією нейтронів, що утворилися внаслідок ядерного вибуху, деякі речовини, такі як кобальт та тантал, можуть перетворюватися у надзвичайно радіоактивні ізотопи. Така «брудна» ядерна зброя ніколи не конструювалася та не випробувалася, крайньою мірою, про це публічно не відомо.

На відміну від ядерної небезпеки, якій притаманні ланцюгові ядерні реакції, існує **радіаційна небезпека** (рис. 5.4). **Радіаційна небезпека пов'язана із забрудненням** поверхні землі, атмосфери, води, продуктів харчування, харчової сировини, кормів і різних предметів радіоактивними речовинами у кількості, що перевищує рівень, встановлений стандартами, нормами і правилами радіаційної безпеки. А джерелами радіаційної небезпеки, уражаючі фактори якої створюються без утворення ланцюгової реакції, є атомні електростанції; підприємства з виготовлення і переробки відпрацьованого ядерного палива; підприємства з поховання радіоактивних відходів; науково-дослідні та проектні організації, які працюють з ядерними реакторами; ядерні вибухи;

прискорювачі заряджених часток; рентгенівські апарати; прилади апаратури засобів зв'язку високої напруги.



Рисунок 5.4 – Джерела радіаційної небезпеки і вплив на людину і навколишнє середовище

За кілька останніх десятиліть людство створило сотні штучних радіонуклідів і навчилося використовувати енергію атома як у воєнних цілях – для виробництва зброї масового ураження, так і в мирних – для виробництва енергії, у медицині, пошуку корисних копалин, використанні діагностичного устаткування тощо. Усе це призводить до збільшення дози опромінення як окремих людей, так і населення Землі в цілому. Індивідуальні дози, які одержують люди від штучних джерел ІВ (іонізуючого випромінювання), помітно відрізняються. Здебільшого ці дози незначні, але іноді опромінення за рахунок техногенних джерел у багато тисяч разів інтенсивніші, ніж за рахунок природних. Найбільшу небезпеку для населення становить радіаційна аварія.

Радіаційна аварія – це аварія на радіаційному небезпечному об'єкті, що призводить до виходу або викиду радіоактивних речовин і (або) іонізуючих випромінювань за передбачені проектом для нормальної експлуатації даного об'єкта межі безпеки його експлуатації в об'ємах, які перевищують встановлені границі.

Для оцінки ядерних інцидентів та подій на АЕС з 1990 року використовується Міжнародна шкала ядерних подій (англ. *International Nuclear Event*

Scale (INES)), розроблена Міжнародним агентством з атомної енергії (МАГАТЕ) у 1988 році. Під шкалу підпадають тільки радіоактивні витoki та порушення заходів безпеки (аварії з радіаційними викидами в навколишнє середовище на АЕС, на всіх установках, пов'язаних із цивільною атомною промисловістю). Відповідно до шкали, події класифікуються за сімома рівнями: нижні рівні (1–3) – «інциденти», а верхні (4–7) – «аварії». Події, незначні з точки зору безпеки, класифікуються рівнем «О» (нижче шкали) і називаються «відхиленнями». В Україні за цією шкалою класифікуються всі аварії і порушення в роботі АЕС, які підлягають обліку в організації, що їх експлуатує, та Держатомнагляду України.

Великомасштабні аварії на атомних установках відбуваються досить рідко, але її емоційний вплив на населення важко переоцінити. Особливо небезпечним для людей є радіоактивне забруднення місцевості.

Радіоактивне забруднення – це забруднення поверхні землі, атмосфери, води чи продовольства, харчової сировини, кормів та різних предметів радіоактивними речовинами в обсягах, що перевищують рівень, встановлений нормами радіаційної безпеки та правилами робіт з радіоактивними речовинами. А територія чи акваторія, у межах якої рівні радіоактивного забруднення перевищують встановлені норми радіаційної безпеки (ДСТУ 4933:2008 «Безпека в надзвичайних ситуаціях. Техногенні надзвичайні ситуації. Терміни та визначення основних понять»), називається **зоною радіоактивного забруднення**.

При аваріях на реакторах енергоблоків АЕС або будь-яких ситуаціях з викидом радіоактивної речовини **зони можливого радіоактивного забруднення** (рис. 5.5) характеризуються дозами опромінення за перший рік після аварії (рад) та потужністю дози опромінення через 1 годину після аварії (рад/год). Слід радіоактивного забруднення місцевості при аваріях на реакторах енергоблоків АЕС поділяється на 5 зон:

– зона М – **радіаційної небезпеки**, характеризується дозою випромінювання на зовнішній межі 5 рад (0,014 рад/год), на внутрішній – 50 рад (0,14 рад/год), у середині – 16 рад;

– зона А – **помірного радіоактивного забруднення**, характеризується дозою випромінювання на зовнішній межі 50 рад (0,14 рад/год), на внутрішній – 500 рад (1,4 рад/год), у середині – 160 рад;

– зона Б – **сильного радіоактивного забруднення**, характеризується дозою випромінювання на зовнішній межі 500 рад (1,4 рад/год), на внутрішній – 1500 рад (4,2 рад/год), у середині – 866 рад;

– зона В – **небезпечного радіоактивного забруднення**, характеризується

дозою опромінення на зовнішній межі – 1500 рад (4,2 рад/год), на внутрішній – 5000 рад (14 рад/год), у середині – 2740 рад;

– зона Г – **надзвичайно небезпечного радіоактивного забруднення**, характеризується дозою опромінення на зовнішній межі – 5000 рад (14 рад/год), у середині – 9000 рад.

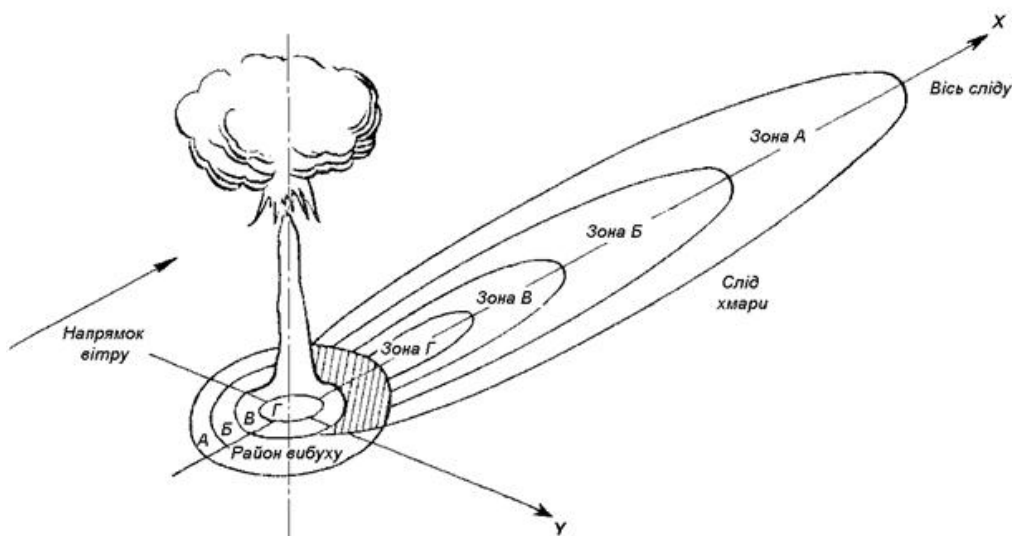


Рисунок 5.5 – Формування зон радіоактивного забруднення

Зони радіоактивного забруднення на місцевості характеризуються значними рівнями радіації і поділяються на зони: відчуження, безумовного відселення, гарантованого (добровільного) відселення і підвищеного радіоecологічного контролю.

Зона відчуження – це територія, з якої проводиться евакуація населення негайно після аварії і на якій не здійснюється господарська діяльність.

Зона безумовного відселення – це територія навколо АЕС, на якій щільність забруднення ґрунту радіонуклідами цезію, розпад якого довготривалий, дорівнює $15,0 \text{ Кі/км}^2$, і більше, або стронцію – $3,0 \text{ Кі/км}^2$ і більше, або плутонію – $0,1 \text{ Кі/км}^2$ і більше, де розрахована ефективна доза опромінення з урахуванням коефіцієнта міграції радіонуклідів у рослини перевищує 5 мЗв (0,5 бер) на рік.

Зона гарантованого (добровільного) відселення – це територія, на якій щільність забруднення ґрунту радіонуклідами цезію становить від $5,0$ до $15,0 \text{ Кі/км}^2$, або стронцію – від $0,15$ до $3,0 \text{ Кі/км}^2$, або плутонію – від $0,01$ до $0,1 \text{ Кі/км}^2$, де ефективна доза опромінення з урахуванням коефіцієнта міграції радіонуклідів у рослини може перевищити 6,5 мЗв на рік.

Зона підвищеного радіоекологічного контролю – це територія із щільністю забруднення ґрунту радіонуклідами цезію від 1,0 до 5,0 Ki/km^2 , або стронцію від 0,02 до 0,15 Ki/km^2 , або плутонію від 0,005 до 0,01 Ki/km^2 , де ефективна доза опромінення з урахуванням коефіцієнта міграції радіонуклідів у рослини може перевищити 0,5 мЗв (0,05 бер) на рік.

Під дією іонізуючих випромінювань в організмі людини відбувається іонізація молекул і атомів тканини, порушується хімічна структура сполук, утворюються сполуки, не властиві живій клітині, що в свою чергу призводить до її відмирання. Зміни фізичних і біологічних процесів в організмі залежно від дози опромінювання, тобто функції окремих органів і всього організму людини можуть відновлюватися повністю або вести до функціональних порушень організму і виникнення променевої хвороби.

Променева хвороба (англ. *radiation sickness*; також *acute radiation syndrome*) – захворювання, що виникає в результаті одержання підвищеної дози радіації, включаючи опромінення рентгенівськими променями, гамма-променями, нейтронами й іншими видами ядерного випромінювання у вигляді опадів чи вибуху атомної бомби. Подібне випромінювання іонізує атоми тіла, виникає слабкість, нудота й інші симптоми. Клітини тіла можуть постраждати навіть при невеликих дозах, що призводить до лейкемії. Може спричинити порушення в генах, що, у свою чергу, веде до народження хворих дітей чи дітей з генними мутаціями.

Ураження може викликати гостру і хронічну форми променевої хвороби. **Гостра** форма хвороби виникає в ході дії великих доз опромінювання за короткий період часу, **хронічна** – розвивається в результаті тривалої дії малих доз при зовнішньому опромінюванні або при попаданні всередину організму під час приймання їжі, паління, вдихання невеликих кількостей радіоактивних речовин. При гострій променевій хворобі спостерігається анемія, слабкість і схильність організму до інфекційних захворювань. Розрізняють **4 ступені променевої хвороби**:

Променева хвороба 1-го (легкого) ступеня виникає при загальній експозиційній дозі опромінення 100...200 Р. Прихований період може тривати 2–3 тижні, після чого з'являється нездужання, загальна слабкість, почуття важкості в голові, стиснення в грудях, підвищення пітливості, періодичне підвищення температури. У крові зменшується вміст лейкоцитів.

Променева хвороба 2-го (середнього) ступеня виникає при загальній експозиційній дозі опромінення 200...400 Р. Прихований період триває близько

одного тижня. Проявляється у вигляді важкого нездужання, розладу нервової системи, головних болях, запамороченнях, часто буває блювання й пронос, підвищується температура, кількість лейкоцитів (особливо лімфоцитів) зменшується вдвічі. Лікування триває 1,5–2 місяці. Летальність – до 20% випадків.

Променева хвороба 3-го (важкого) ступеня виникає при загальній експозиційній дозі опромінення 400...600 Р. Прихований період – до декількох годин. Відзначають ті ж ознаки, тільки у важчій формі. Крім того, можлива втрата свідомості, крововиливи на слизуваті оболонки і, як наслідок, – запальні процеси. Без лікування в 20...70% випадків настає смерть від інфекційних ускладнень або кровотеч.

Променева хвороба 4-го (українського важкого) ступеня виникає при дозі більше 600 Р, що без лікування зазвичай закінчується смертю впродовж двох тижнів.

До заходів невідкладної медичної допомоги належать механічне усунення радіоактивних речовин із організму людини шляхом промивання шлунка теплою водою, вживання проносних і сечогінних засобів, промивання рота і очей, застосування відхаркувальних препаратів при попаданні радіоактивних речовин у дихальні шляхи.

Для звичайної людини променева хвороба може здатися далекою та малоімовірною, однак у реальності постраждати від променевої хвороби можна при недотриманні техніки безпеки на пов'язаному з радіацією промисловому виробництві або навіть при необережному поводженні з рентгенівським апаратом.

У зв'язку з можливістю постраждати від іонізуючого випромінювання різним категоріям населення, норми радіаційної безпеки визначають три **категорії осіб**, які можуть зазнавати опромінення:

- категорія А (персонал) – особи, які постійно або тимчасово безпосередньо працюють із джерелами ІВ;
- категорія Б (персонал) – особи, які безпосередньо не зайняті роботою з джерелами ІВ, але можуть у зв'язку з розташуванням робочих місць зазнавати додаткового опромінення;
- категорія В – все населення.

Норми радіаційної безпеки для цих трьох категорій різні. Річний ліміт ефективної дози випромінювання: категорія А – 20 мЗв; категорія Б – 2 мЗв; категорія В – 1 мЗв (табл. 5.2). Ці норми також рекомендують при річній ефективній дозі опромінення від медичних джерел – не більше 1 мЗв.

Таблиця 5.2 – Ліміти дози сумарного внутрішнього і зовнішнього опромінення (мЗв/рік⁻¹)

Ліміт дози	Категорія опромінюваних осіб		
	А	Б	В
Річна ефективна доза	20	2	1
Річна еквівалентна доза в:			
– кришталику ока	150	15	15
– шкірі	500	50	50
– кистях та стопах	500	50	–

Дії населення при радіоактивному зараженні

За сигналом сповіщення «Увага всім! Радіаційна небезпека» і мовної інформації про аварію на радіаційно небезпечному об'єкті населення і персонал повинні:

- використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) (протигаз, респіратор, ватно-марлеву пов'язку);
- обмежити час перебування на відкритій місцевості, тобто заховатися у будинку (за відсутності протирадіаційного укриття);
- загерметизувати вікна, двері, вентиляційні отвори;
- заховати продукти і запаси питної води, обробляти продукти харчування перед вживанням (обов'язково помити, видалити верхній шар);
- застосовувати лікарські препарати, які перешкоджатимуть накопиченню біологічно небезпечних радіонуклідів в організмі, наприклад, провести йодизацію родини (4–5 крапель йоду на склянку води для дорослого і 1–2 краплі на 100 мл води для дитини), або прийом калій-йоду за схемою, яка вказана у табл. 5.3.
- захистити органи дихання підручними засобами (носові платки, рушнички, паперові серветки);
- приміщення залишати тільки за командою влади під час евакуації (відселення). При цьому необхідно використовувати засоби захисту органів дихання і шкіри;
- провести евакуацію.

Примітка

1. Дорослим і дітям старше 5 років рекомендується 0,25г калій йод на один прийом, дітям у віці 2–5 років – 0,125г, до 2 років – 0,04г.

2. Максимальний захисний ефект може бути отриманий у разі перед-

часного або одночасного з потраплянням радіоактивного йоду прийому його стабільного аналога.

Таблиця 5.3 – Захисний ефект у результаті проведення калій-йодної профілактики

Час прийому препаратів стабільного йоду	Фактор захисту
Перед інгаляцією (профілактичне застосування)	100
Через 2 години після інгаляції	10
Через 6 годин після інгаляції	2

3. Захисний ефект препарату значно знижується у разі його прийому більш ніж через 2 години після потрапляння в організм радіоактивного йоду. Однак, і в цьому випадку прийом стабільного йоду ефективно захищає щитовидну залозу від випромінювання повторними потрапляннями радіоактивного йоду.

4. Одноразовий прийом зазначених раніше кількостей йодистого калію забезпечує високий захисний ефект протягом 24 годин. Для підтримки такого рівня захисту в умовах довготривалого надходження в організм радіоактивного йоду необхідні повторні прийоми препарату.

До заходів **невідкладної медичної допомоги** належать механічне усунення радіоактивних речовин із організму людини шляхом промивання шлунка теплою водою, вживання проносних і сечогінних засобів, промивання рота і очей, застосування відхаркувальних препаратів під час попадання радіоактивних речовин у дихальні шляхи.

5.2.3 Хімічна небезпека

Хімічну небезпеку в Україні пов'язано із наявністю об'єктів, що використовують небезпечні хімічні речовини (НХР), та можуть забруднювати довкілля та утворювати відходи. **Небезпечні хімічні речовини** – це токсичні хімічні речовини, що застосовуються в господарських цілях і здатні при витіканні зі зруйнованих чи ушкоджених ємностей, сховищ і устаткування, порушенні технологічного процесу викликати масові ураження людей, тварин, рослин.

Джерелами хімічної небезпеки є: підприємства, які використовують, виготовляють або зберігають НХР та ОР (отруйні речовини), вибухо- і вогне-небезпечні матеріали, транспортні засоби (авто- та залізничні цистерни, річкові та морські танкери), також ОР, які знаходяться на озброєнні інших країн.

Об'єкт господарювання, на якому зберігають, переробляють, викорис-

товують або транспортують НХР, при аварії на якому або його руйнуванні може виникнути загибель або хімічне ураження людей, тварин, рослин, зараження об'єктів господарської діяльності, довкілля, вважається **хімічно небезпечним об'єктом (ХНО)**.

На території України розміщено більше 1,6 тис. хімічно небезпечних об'єктів (ХНО), в зонах їх розміщення проживає понад 22 млн. чоловік. **До ХНО належать:**

- підприємства хімічної галузі промисловості, а також окремі установки та агрегати, які виробляють або використовують НХР;
- підприємства з переробки нафтопродуктів;
- виробництва інших галузей промисловості, які використовують НХР;
- підприємства, які мають на оснащенні холодильні установки, водонапірні станції й очисні споруди, що використовують хлор або аміак;
- залізничні станції та порти, де концентрується продукція хімічних виробництв, термінали та склади на кінцевих пунктах розміщення НХР;
- транспортні засоби, контейнери й наливні поїзди, автоцистерни, річкові та морські танкери, що перевозять хімічні продукти;
- склади та бази із запасами отрутохімікатів для сільського господарства.

Сьогодні практично кожна людина щодня стикається з отруйними речовинами, не усвідомлюючи часом тієї небезпеки, яку вони становлять для її життя. І в побуті, і на вулиці, і на роботі людина ризикує отримати серйозне отруєння. Перш за все, це стосується тих, хто проживає у великих містах, що мають велику промисловість, де можуть відбуватися, наприклад, аварійні викиди отруйних речовин, аварії на залізничних коліях, забруднення ґрунту, повітря і води отруйними відходами.

Основними причинами аварій на ХНО є:

- несправність у системі контролю і забезпечення безпеки виробництва;
- поломки вузлів, устаткування, трубопроводів, ємностей або окремих деталей;
- пошкодження у системі запуску і зупинки технологічного процесу;
- несправності в системі контролю параметрів технологічних процесів;
- акти диверсій, обману або саботажу виробничого персоналу чи сторонніх осіб;
- дія сил природи.

Аварія на хімічно небезпечному об'єкті, що призводить до викиду (витоку) НХР, які здатні призвести до загибелі або хімічного ураження людей, продовольства, харчової сировини і кормів, тварин і рослин або до хімічного

зараження довкілля, називається **хімічною аварією**.

Головною особливістю хімічних аварій (на відміну від інших промислових аварій) є їх здатність розповсюджуватися на значній території, де можуть виникати великі зони небезпечного забруднення довкілля. Повітряні потоки, які містять гази, пароподібні токсичні компоненти, аерозолі та інші частинки, стають джерелом ураження живих організмів не тільки в осередку аварії, а і в прилеглих районах. Територію чи акваторію, в межах якої розповсюджені або куди привнесені небезпечні хімічні речовини в концентраціях або об'ємах, що створюють небезпеку для життя і здоров'я людей, сільськогосподарських тварин і рослин протягом певного часу, називають **зоною хімічного зараження (ЗХЗ)**.

Одним з найяскравіших прикладів хімічної аварії може служити аварія, яка трапилась на хімічному підприємстві американської транснаціональної корпорації «Юніон Карбайд» в індійському місті Бхопал у 1984 р. Викид стався раптово, в нічний час. У результаті аварії в атмосферу потрапило декілька десятків тонн газоподібного компонента метилізоціонату – дуже сильної отрути, яка викликає ураження очей, органів дихання, мозку та інших життєво важливих органів людини. Загибло більше 2,5 тисяч осіб, 500 тисяч осіб отруїлося, з них у 70 тисяч отруєння зумовили багаторічні захворювання. Збитки від цієї техногенної катастрофи оцінюються в 3 мільярди доларів США.

Яскравим прикладом хімічної аварії в Україні є аварія, яка сталася в червні 2007 року біля с. Ожидів у Львівській області. Перекинулися 15 цистерн з жовтим фосфором, що слідували із Казахстану до Польщі. Частина з них загорілася, отруйні пари стали поширюватися на багато кілометрів. До лікарні через отруєння парами фосфору потрапили понад 160 місцевих жителів, непоправної шкоди було завдано природі.

Офіційне розслідування причин цієї катастрофи виявило значні прорахунки в проектуванні підприємства, недосконалість системи попередження витоків отруйних газів. Місцева влада та населення не були заздалегідь сповіщені про потенційну небезпеку для місцевих жителів, пов'язану з технологією виробництва отрутохімікатів.

За даними 2015 року в Україні унаслідок виникнення НС із викидом отруйних речовин загальна площа зон хімічного зараження може охопити понад 250 адміністративно-територіальних одиниць, у яких мешкає близько 20 млн. осіб. Крім того, у межах промислових майданчиків цієї групи об'єктів існують прояви підтоплення, деформацій підземних мереж і підґрунтя, які підвищують ризик виникнення НС на прилеглих територіях.

Особливу небезпеку становить зона АТО, де проявляється комплексна дія

факторів НС. Бойові дії ведуться в зоні розташування хімічних, металургійних, енергетичних, коксохімічних підприємств. Крім того, знаходяться об'єкти з невизначеним станом геологічного середовища: 1) шахти, що примикають до Горлівського хімічного заводу, на яких сталося протікання хімічних речовин у підземні виробки; 2) камера підземного атомного вибуху шахти ЮнКом. Існує 1 500 полігонів небезпечних відходів і 1 300 териконів, з яких 350 – 380 горять. Але найбільш імовірним фактором переходу всього регіону у стан НС транс-кордонного масштабу є ризик масового некерованого затоплення шахт внаслідок втрати енергопостачання, водовідведення та вентиляції. Наслідками підйому рівнів підземних вод до поверхні підтоплення і затоплення великих територій та прилеглих міст і селищ можуть бути такі НС: 1) просідання поверхні на забудованих територіях, залізниці, автомагістралях, мостах; 2) забруднення поверхні і підземних водозаборів внаслідок некерованих витоків забрудненої води. Ризик міграції метану до підвалів, знижень рельєфу з небезпекою вибухів і пожеж. Можливе виникнення руйнівних НС внаслідок притоку метану до тунелю метро в Донецьку у випадку затоплення прилеглих шахт. Додатковою небезпекою є підтоплення териконів і полігонів твердих побутових відходів.

Щодо ризиків виникнення НС, пов'язаних із хімічною небезпекою: високий рівень ризику спостерігається у Дніпропетровській, Донецькій, Сумській, Івано-Франківській областях та м. Севастополі, підвищений – у Черкаській, Запорізькій, Одеській, Харківській та Закарпатській областях.

Отруйні речовини (ОР) мають характерні ознаки застосування. У хімічних боєприпасах вони перебувають у рідкому або твердому вигляді. У момент бойового застосування ОР розпорошуються у вигляді крапель, пари (газів) або аерозолів (туманів і димів). При розриві снарядів, бомб, мін або ракет, начинених ОР, лунає удар, утворюється біла хмара. У випадку розсіювання за допомогою літака з'являється характерна смуга. На поверхні землі, будівель, одягу, рослин ОР осідають у вигляді маслянистих крапель, плям і патьоків. На поверхні води спостерігається масляниста райдужна плівка, а в снігові – поглиблення. Зелена трава жовтіє (буріє) і гине. При вдиханні зараженого повітря людина відчуває характерні запах і присмак.

До цього було розглянуто хімічну небезпеку, яка створюється роботою великих промислових об'єктів. Однак, загрозу хімічного ураження становить й хімічна зброя різних країн.

Хімічна зброя – один з видів зброї масового ураження, дія якого ґрунтується на використанні бойових токсичних хімічних речовин. До бойових

токсичних хімічних речовин належать отруйні речовини і токсини, що уражають людей, тварин та рослинний світ.

Хімічній зброї характерні такі бойові властивості:

- висока токсичність отруйних речовин та токсинів, що спричиняє тяжкі та смертельні ураження;

- здатність отруйних речовин і токсинів проникати у приміщення, споруди, сховища та уражувати в них усе живе;

- тривала уражуюча дія отруйних речовин, які можуть тривалий час зберігати свої якості у повітрі, на місцевості та ін.;

- біохімічний механізм уражуючої дії на живий організм;

- труднощі з визначенням факту застосування ворогом хімічної зброї та визначення типу отруйних речовин;

- необхідність використання для захисту від ураження отруйними речовинами та проведення комплексу заходів щодо ліквідації наслідків застосування хімічної зброї (хімічна розвідка, індивідуальний та колективний захист, санітарна обробка, антидоти тощо).

Застосування хімічної зброї може спричинити серйозні екологічні та генетичні наслідки. *Екологічні наслідки* пов'язані з впливом отруйних речовин на тваринні та рослинні організми, а також на ґрунт, воду, повітря; вони спричиняють критичний стан навколишнього середовища, ускладнюють життєдіяльність людини. *Генетичні наслідки* пов'язані з порушеннями апарату спадковості людини, які можуть вплинути на майбутнє покоління.

Уперше хімічну зброю застосували німецькі війська 22 квітня 1915 року на річці Іпр проти французів. На ділянці завширшки 6 км вони встановили 6000 балонів місткістю 180 тонн хлору. Використовуючи сприятливий напрямок вітру, вони скерували отруйний газ на позиції противника. З цього трагічного факту і розпочалася історія застосування отруйних речовин, зокрема іприту.

Хімічну зброю, зокрема, газ нервово-паралітичної дії на зразок заріну, застосувала в березні 1995 року релігійна секта "Аум-Сенріке" в Токійському метро проти мешканців міста. Унаслідок застосування зброї кілька тисяч людей отримали серйозні ураження, 13 осіб загинуло.

Дії населення у випадку раптового виникнення хімічної небезпеки:

У разі виникнення (чи загрози виникнення) хімічної небезпеки усе населення має виконувати такі дії:

- При звуці сирени і переривчастих гудків підприємств – це сигнал «Увага всім» – негайно ввімкнути приймач радіотрансляційної мережі, або телевізор та уважно слухати інформацію про надзвичайну ситуацію та порядок дій.

– Уникати паніки. З одержанням повідомлення (по радіо або інших засобах оповіщення) про викид (розлив) в атмосферу НХР та про небезпеку хімічного зараження, виконати рекомендовані заходи.

– Застосувати засоби індивідуального захисту органів дихання та найпростіші засоби захисту шкіри.

– По можливості негайно залишити зону хімічного забруднення.

– Якщо засобів індивідуального захисту немає і вийти із району аварії неможливо, залишатися у приміщенні. Зменшити можливість проникнення НХР (парів, аерозолів) у приміщення можна щільно закритими вікнами та дверима, димоходами, вентиляційними люками. Щілини в рамах вікон та дверей треба заклеїти, вимкнути джерела газо-, електропостачання та загасити вогонь у печах. Після проведення таких основних дій чекати повідомлень органів влади з питань надзвичайних ситуацій за допомогою засобів зв'язку.

Слід пам'ятати, що вражаюча дія конкретної НХР на людину залежить від її концентрації у повітрі та тривалості дії, тому якщо немає можливості покинути небезпечну зону, не панікуйте і продовжуйте вживати заходи безпеки.

– Швидко зібрати необхідні документи, цінності, ліки, продукти, запас питної води та інші необхідні речі у герметичну валізу та підготуватися до евакуації. При цьому, треба за можливості попередити сусідів про початок евакуації; надати допомогу дітям, інвалідам та людям похилого віку. Вони підлягають евакуації в першу чергу.

– Виходити із зони хімічного зараження треба у напрямку, перпендикулярному напрямку вітру, при цьому необхідно обходити тунелі, яри, лощини – в низинах може бути висока концентрація НХР.

– Після виходу з зони зараження, треба зняти верхній одяг, ретельно вимити очі, ніс та рот, прийняти душ.

– З прибуттям на нове місце перебування, доцільно дізнатися у місцевих органів державної влади та місцевого самоврядування адреси організацій, що відповідають за надання допомоги постраждалому населенню.

– При підозрі на ураження НХР необхідно уникати будь-яких фізичних навантажень, необхідно пити велику кількість рідини (чай, молоко, сік, вода) та звернутися до медичного закладу.

Найчастіше відбувається зараження місцевості хлором або аміаком.

Під час **вдихання парів хлору** виникає ураження легень, яке супроводжується набряком киснево-поглинальних альвеол, які під час кашлю можуть розірватися з виділенням мокротини з кров'ю, внаслідок чого людина гине від нестачі кисню. У цьому разі необхідно якнайшвидше надати першу допомогу,

яка складається з наступних дій.

1. У забрудненій зоні треба ретельно промити очі водою, одягти протигаз та негайно евакуювати людину на ношах або транспортом. Виходити з зони зараження треба у напрямку, який перпендикулярний вітру. За неможливості вийти з зони, спробувати залізти на високий об'єкт (стовп, драбину тощо), так як хлор стелиться по землі, та чекати допомоги.

2. Після евакуації із забрудненої зони треба також промити очі водою, обробити уражені ділянки шкіри, рот, ніс 2% розчином питної соди або промити. Після чого негайно звернутися за медичною допомогою до лікарні.

У випадку **розливу рідкого аміаку** і його концентрованих розчинів не можна доторкатися до розлитої рідини, тому що при контакті з рідким аміаком виникає обмороження, можливий опік з пухирями, виразки. Під час отруєння аміаком виникає нежить, кашель, важке дихання, задуха; підвищене серцебиття, порушення частоти пульсу. Перша допомога під час отруєння аміаком:

- вивести ураженого на свіже повітря;
 - дати подихати зволженим повітрям;
 - дати постраждалому теплого молока з «Боржомі» або харчовою содою;
 - при спазмі голосових щілин забезпечити тепло на ділянку шиї, теплі ванночки, інгаляцію;
 - при зупинці дихання провести серцево–легеневу реанімацію;
 - при потраплянні речовини в очі треба промити їх водою та закапати по дві-три краплі 30% альбуциду;
 - при ураженні шкіри обмити вражені ділянки чистою водою, зробити примочки з 5%-го розчину оцтової, лимонної або борної кислоти;
 - рот, ніс промити водою, в ніс закапати оливкове масло.
- За необхідності відправити потерпілого до медичного закладу.

5.2.4 Біологічна небезпека

Біологічні чинники природного походження створюють значні проблеми для забезпечення нормальної життєдіяльності людини. Крім цього, певні соціальні умови теж сприяють виникненню та поширенню окремих видів захворювань. Усе це становить так звану природно-соціальну небезпеку.

Одним із видів небезпеки людини у соціальному середовищі є **біологічні структури**, до яких належать макроорганізми (рослини і тварини) і патогенні мікроорганізми, збудники інфекційних захворювань (бактерії, гриби, віруси, спірохети, найпростіші).

Згідно з ДСТУ ISO 7010:2009 (ISO 7010:2003, IDT) попереджувальний знак безпеки «Обережно. Біологічна небезпека (Інфекційні речовини)» встановлюється в місцях зберігання, виробництва або застосування шкідливих для здоров'я біологічних речовин (рис. 5.6).



Рисунок 5.6 – Знак попередження «Обережно – біологічна небезпека»

Біологічна небезпека також пов'язана із застосуванням **біологічної зброї** – це боєприпаси й прилади із засобами доставки, уражуюча дія яких ґрунтується на використанні інфекційних властивостей біологічних речовин.

Ще в далекому історичному минулому, як один з методів досягнення військового успіху, вже використовували патогенні мікроорганізми. Наприклад, армія Олександра Македонського закидувала тіла померлих від інфекційних хвороб людей і тварин за допомогою катапульт при облозі фортеці. Під час Другої світової війни японські війська застосовували бактеріологічну зброю в Китаї, внаслідок чого серед населення панували масові захворювання чумою та іншими небезпечними інфекціями.

Бактеріологічна зброя має такі властивості, які роблять її особливо небезпечною для населення:

- висока ефективність, тривала дія бактеріологічної зброї зумовлена можливістю тривалого збереження деяких збудників захворювання в зовнішньому середовищі;

- здатність викликати захворювання не тільки в момент її застосування, а й у результаті контакту здорової людини з хворою людиною або зараженими предметами;

- наявність прихованого (інкубаційного) періоду дії, тобто часу з моменту зараження до прояву захворювання. Наприклад, інкубаційний період при чумі – 1–3 доби, при ботулізмі – 12–36 год.;

- труднощі з визначенням окремих видів збудників;

- здатність бактеріологічної зброї проникати в негерметизовані приміщення, інженерні споруди.

Основні інфекційні захворювання, викликані біологічною зброєю, наведено в табл. 5.4:

Таблиця 5.4 – Основні інфекційні захворювання, спричинені біологічною зброєю

Хвороби	Шляхи передачі інфекції	Прихований період, діб	Тривалість втрати працездатності, діб
Чума	Повітряно-крапельний контакт з легеневиими хворими, через укуси бліх, від хворих гризунів	3	7–14
Сибірка	Контакт із хворими тваринами, їх шерстю, шкурами, споживання зараженого м'яса, вдихання інфікованого пилу	2–3	7–14
Туляремія	Вдихання пилу, інфікованого збудниками, контакт із хворими гризунами, споживання інфікованої води	3–6	20–30
Холера	Споживання зараженої води та їжі	3	6–30
Жовта лихоманка	Через укуси комарів, від хворих тварин і людей	4–6	10–14
Натуральна віспа	Повітряно-крапельний контакт, через інфіковані предмети	12	12–24
Плямиста лихоманка скелястих гір	Через укуси кліщів-переносників (від хворих гризунів)	4–8	90–180
Ботулізм	Споживання їжі, що містить токсини	0,5–1,5	40–80

У результаті застосування противником біологічної зброї і поширення на місцевості хвороботворних бактерій і токсинів можуть утворитися зони бактеріологічного (біологічного) зараження і вогнища бактеріологічного (біологічного) ураження.

Зона біологічного зараження – це район місцевості (акваторії) або область повітряного простору, заражені біологічними збудниками захворювань у небезпечних для населення межах. Зону зараження характеризують види бактеріальних засобів, що використовуються для зараження, розміри, розташування по відношенню до поселень і об'єктів економіки, час утворення, ступінь небезпеки і її зміна з часом. Розміри зони зараження залежать від виду боєприпасів, способів застосування бактеріальних засобів, метеорологічних умов.

Осередком біологічного ураження називається територія, на якій у результаті впливу біологічної зброї противника сталися масові ураження людей, сільськогосподарських тварин, рослин. Він може утворюватися як в зоні

зараження, так і внаслідок розповсюдження інфекційних захворювань за межі зони зараження. Осередок біологічного ураження характеризується видом застосованих бактеріальних засобів, кількістю уражених людей, тварин, рослин, тривалістю збереження вражаючих властивостей збудників хвороб.

Масові інфекційні захворювання людей, сільськогосподарських тварин і рослин проявляються у формі епідемій, епізоотій та епіфітотій.

Епідемія – масове поширення інфекційної хвороби серед населення відповідної території за короткий проміжок часу. Хвороба, що розповсюджується протягом епідемії, може бути як інфекційною, так і неінфекційною.

На сучасному етапі Україна віднесена до групи країн з епідемією туберкульозу. Щороку в Україні виявляють понад 37 тисяч хворих на туберкульоз, понад 10 тисяч осіб помирають від цієї хвороби, стільки ж стає інвалідами. Водночас епідемія ВІЛ/СНІД в Україні досягла масштабів, найнебезпечніших у Європі. Щодня в Україні 87 осіб інфікується ВІЛ та близько 50 помирає від захворювань, викликаних СНІДом.

Епізоотія – широке поширення заразної хвороби тварин за короткий проміжок часу, що значно перевищує звичайний рівень захворюваності на цю хворобу на відповідній території.

В Україні серед ссавців найпоширенішими є епізоотії за сказом, туляремією, лайм-бореліозом, лептоспірозом.

Епіфітотія – широке поширення на території однієї або кількох адміністративно-територіальних одиниць заразної хвороби рослин, що значно перевищує звичайний рівень захворюваності на цю хворобу на відповідній території.

Найчастіше до епіфітотії призводять такі захворювання, як іржа і головня хлібних злаків, фітофтороз картоплі, парша яблуні, в'янення бавовнику. Епідемії, епізоотії та епіфітотії, як надзвичайні ситуації, можуть серйозно порушити життя і діяльність людей, існування тварин і рослин. Вони можуть призвести і до більш тяжких наслідків, безпосередньо загрожуючи здоров'ю та життю людей.

Захист від біологічних засобів ураження включає своєчасне виявлення чинників біологічного зараження, залежно від їх виду і ступеня ураження, проведення комплексу адміністративно-господарських, режимно-обмежувальних і спеціальних протиепідемічних та медичних заходів. Комплекс проведених заходів у зоні біологічного зараження багато в чому подібний заходам, проведених при надзвичайних ситуаціях, викликаних спалахами інфекційних захворювань без впливу біологічної зброї.

Біологічний захист передбачає:

- своєчасне використання колективних та індивідуальних засобів захисту;
- запровадження режимів карантину та обсервації;
- знезаражування осередку ураження; необхідне знезаражування людей, тварин тощо;
- своєчасну локалізацію зони біологічного ураження;
- проведення екстреної та специфічної профілактики;
- дотримання протиепідемічного режиму підприємствами, установами та організаціями незалежно від форм власності і господарювання та населенням.

Для запобігання поширенню інфекційних хвороб, локалізації і ліквідації зон і осередків біологічного ураження спеціальним розпорядженням встановлюється карантин і обсервація.

Карантин – це комплекс ізоляційно-обмежувальних, правових, адміністративних, санітарно-гігієнічних та протиепідемічних заходів, спрямованих на попередження вносу збудника інфекції за межі епідемічного осередку і підвищення ефективності заходів для його локалізації та ліквідації.

Карантин запроваджується органами виконавчої влади за поданням органів охорони здоров'я.

Режим карантину *скасовується* через термін, що дорівнює максимальному інкубаційному періоду інфекційного захворювання з моменту виявлення і госпіталізації останнього хворого і проведення заключної дезінфекції.

Обсервація – це комплекс ізоляційно-обмежувальних, протиепідемічних, санітарно-гігієнічних та адміністративних заходів медичного спостереження за ізольованими здоровими людьми, які мали контакт з інфекційними хворими, або тими, які покидають зону карантину. Введення режиму обсервації передбачає:

- обмежене пересування населення в зоні обсервації,
- контроль за харчуванням та водопостачанням,
- медичне спостереження за населенням та негайну ізоляцію підозрілих або хворих,
- проведення дезінфекційних, дезінсекційних, дератизаційних та ін. робіт.

З метою раннього і активного виявлення інфекційних хворих медичні працівники організують щоденні відвідування населення в зоні обсервації з обов'язковим вимірюванням температури тіла. У зонах карантину і обсервації з самого початку їх утворення проводяться заходи з знезаражування (дезінфекція), дезінсекції і дератизації (знищення комах і гризунів). Проводяться заходи

щодо усунення джерела інфекції в зоні біологічного зараження і осередках ураження, підвищення стійкості людей і тварин до інфекції (імунізація), специфічної профілактики захворювань від виявлених БС, організовуються діагностика і лікування.

Необхідною умовою якісного санітарно-гігієнічного забезпечення в зоні карантину і обсервації є суворий санітарний контроль за **епідемічно небезпечними об'єктами**, до яких належать:

- системи водопостачання та каналізації;
- об'єкти харчової промисловості, торгівлі, тимчасові пункти харчування;
- підприємства комунального обслуговування;
- потенційно небезпечні об'єкти;
- лікувально-профілактичні заклади та їх харчоблоки;
- маршрути евакуації та місця тимчасового розселення населення;
- пункти санітарної обробки.

Для проведення санітарної обробки населення використовують всі наявні засоби комунально-технічної служби (лазні, санітарні пропускники, душово-дезінфекційні камери на автомобілях).

До визначення виду збудника проводиться екстрена неспецифічна профілактика антибіотиками широкого спектра дії. Після його лабораторної ідентифікації організується специфічна профілактика (сироватки, вакцини, анатоксини).

Залежно від конкретної епідемічної обстановки обмежувальні режими можуть зніматися поступово з окремих населених пунктів або одразу з усієї зони.

5.3 Характеристики надзвичайних ситуацій природного характеру

Надзвичайні ситуації природного характеру можуть бути викликані **стихійним лихом** – природним явищем, що діє з великою руйнівною силою, заподіює значну шкоду території, на якій відбувається, порушує нормальну життєдіяльність населення, завдає матеріальних збитків. Стихійні лиха виникають раптово і носять надзвичайний характер. Вони можуть руйнувати будинки і споруди, знищувати матеріальні цінності, порушувати процеси виробництва, викликати загибель людей і тварин. До найбільш небезпечних природних явищ належать: землетруси, повені, урагани, бурі, шторми, смерчі, селі, зсуви (зрушення пластів землі), снігові замети, лавини, пожежі. Серед небезпечних природних процесів і явищ в Україні найчастіше трапляються (рис.5.7):



Рисунок 5.7 – НС природного характеру

Останнім часом кількість НС природного характеру збільшується. Як приклад важких наслідків стихійних лих, можна виділити такі найбільші НС природного характеру, що трапилися у XXI сторіччі.

Землетрус в Гаїті стався 12 січня 2010 р., його величина була 7.0 бали, а епіцентр знаходився в районі м. Леогане. Поштовхи тривали до 24 січня і мали магнітуду 4,5 балів. За оцінками близько 3 млн. осіб постраждали від стихійного лиха, а число загиблих досягло 316 000 осіб, число поранених – 300000 людей, а мільйон жителів лишилися без притулку. Виникли серйозні проблеми з розподілом допомоги, а також через спалах насильства і грабежу.

У грудні 2004 р. Індійському океані стався землетрус, відомий в науковому світі як Суматра-Адаманський землетрус, тому що епіцентром стала область неподалік індонезійського острова Суматра. Цунамі, що послідувало за поштовхами, забрало життя майже 230 тисяч людей в 14 країнах. Найбільш постраждалими країнами були Індонезія, Шрі-Ланка, Індія і Таїланд. Землетрус відчувався одночасно в Бангладеш, Індія, Малайзія, М'янма, Таїланд, Сінгапур, Мальдівські острови. Кількість випущеної в результаті землетрусу енергії можна порівняти з вибухом в 1502 рази більше вибуху бомби, кинutoї на Хіросіму, але меншим, ніж вибух Цар Бомби. Це цунамі вважається одним з

найстрашніших катастроф в історії людства. Хвилі досягали висоти у тридцять метрів, а коливання мали магнітуду в 9,1 і 9,3 бали. Це третій за величиною землетрус, будь-коли зареєстрований сейсмографами. Він мав найдовшу тривалість: від 8 до 10 хвилин.

Циклон "Наргіс" – тропічний циклон, який став найгіршим стихійним лихом у М'янмі 2 травня 2008 і призвів до смерті близько 146 тисяч, а 55 тисяч чоловік пропали без вісті.

У 2003 р. європейська спека стала убивчим фактором. Через серйозні проблеми зі здоров'ям і посуху число загиблих досягло майже 40 000. За даними французького Національного інституту здоров'я причиною майже 14802 смертей у Франції була спека. У Португалії, де температура повітря сягнула 48°C, пронеслися великі лісові пожежі: під вогнем опинилися майже п'ять відсотків сільської місцевості і десять відсотків лісів. У Нідерландах близько 1500 смертей так само були пов'язані з високими для цієї країни температурами (майже 37,8°C).

Землетрус у Тохоку, який ще називають "Морський землетрус в Північно-східному регіоні Тихого океану", величиною близько 9,0 бала вдарив по узбережжю Японії 11 березня 2011 року. Епіцентр знаходився в 72 км на схід від півострова Ошіка регіону Тохоку. Хвилі цунамі досягали 23,6 м, вони дісталися до берегів Японії протягом кількох хвилин після землетрусу. Менша ударна хвиля через кілька годин досягла інших країн, розташованих уздовж Тихоокеанського узбережжя. За даними японської поліції, близько 18400 смертей були офіційно підтверджені, а 2778 чоловік було поранено і близько 17339 людей зникло безвісти. Був нанесений величезний матеріальний збиток: зруйновані дороги, залізниці і греблі. На атомній станції сталося три вибухи. Даний землетрус є найгіршим в історії Японії і п'ятим з найгірших у світі з 1900 року.

Землетруси

Серед усіх стихійних лих, за даними ЮНЕСКО, землетруси займають перше місце в світі за заподіяною економічною шкодою і кількістю загиблих.

Землетруси – це природне явище, яке супроводжується підземними поштовхами і коливаннями земної поверхні, викликаними головним чином тектонічними процесами. При сильних землетрусах порушується цілісність ґрунту, руйнуються будинки і споруди, виводяться з ладу комунально-енергетичні мережі, можливі значні людські жертви.

Інтенсивність землетрусів на поверхні землі вимірюють в балах. Існують міжнародна сейсмічна шкала MSK–64 (шкала Медведєва, Шпонхойтера,

Карника), відповідно до якої землетруси підрозділяються за силою поштовхів на поверхні землі на 12 балів.

Інтенсивність землетрусів на поверхні землі вимірюють також **магнітудою** – відносна енергетична характеристика, яка визначається як логарифм відношення амплітуд хвиль даного землетрусу до амплітуд таких самих хвиль деякого «стандартного» землетрусу. Поширення коливань під час землетрусу показано на рисунку 5.8.

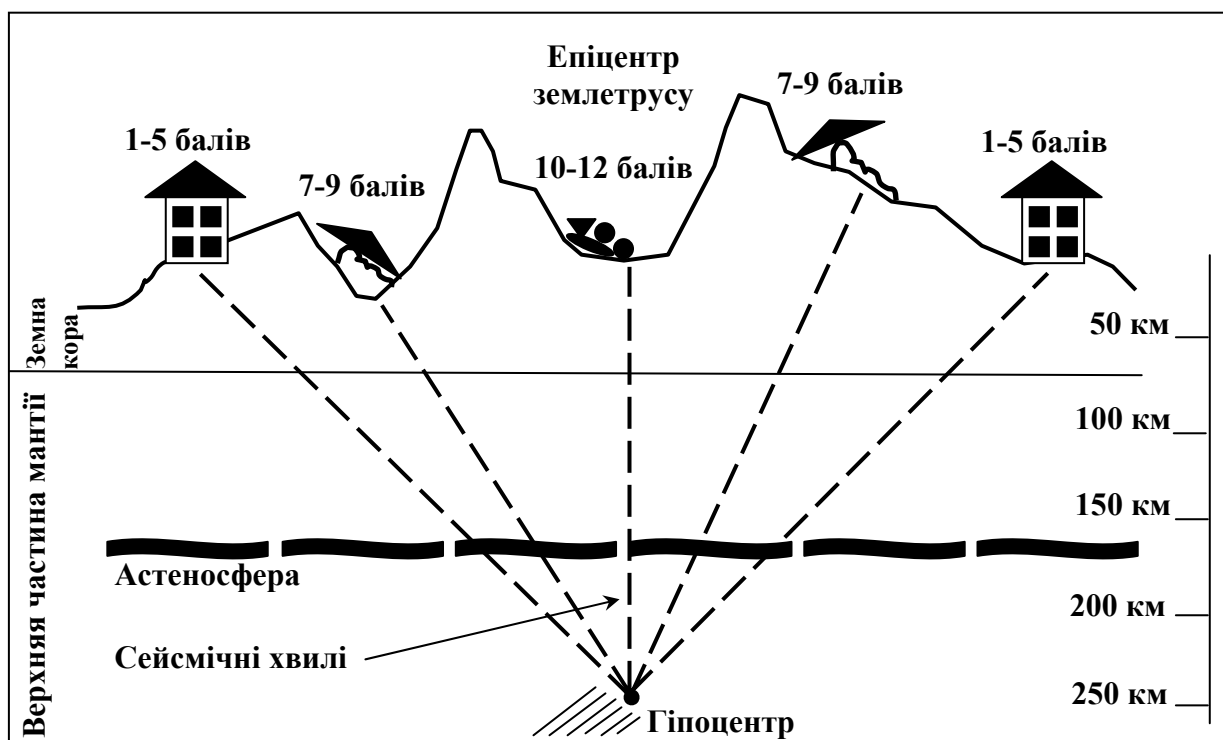


Рисунок 5.8 – Поширення коливань під час землетрусу

Залежно від причини виникнення землетруси бувають:

- тектонічні – виникають в результаті переміщення мас земної кори під впливом внутрішніх напружень;
- вулканічні – виникають при виверженні вулканів. Зазвичай охоплюють невеликі райони і супроводжуються потоками лави, викидами попелу і газів. При виверженні підводних вулканів можуть виникати величезні цунамі і утворюються нові острови;
- обвальні – спостерігаються при обваленні зведень підземних карстових пустот. Зазвичай мають локальний характер і в більшості випадків істотних руйнувань не приносять;
- моретрясіння – різкі коливання води в морях і океанах, які виникають при землетрусах, осередок яких знаходиться під дном моря (океану) або в

прибережних районах.

Першість за кількістю землетрусів утримують Японія та Чілі: понад 1000 в рік, або 3 на день.

Основним засобом зі зниження втрат і збитків при землетрусах є будівництво сейсмостійких будинків і споруд.

Основні дії населення при землетрусах.

Зберігати спокій, уникати паніки. Пам'ятати, якщо почнуться коливання ґрунту або будівлі, небезпечними є предмети й уламки, що падатимуть.

Якщо ви знаходитесь у висотній споруді, не слід кидатися до сходів або до ліфта. Вибігати з будинку треба швидко, але обережно, остерігатися уламків, електричних дротів та інших джерел небезпеки.

Якщо підземні поштовхи застали на вулиці, потрібно якнайдалі відійти від будівель і споруд. Не можна знаходитися поблизу заводів, фабрик, складів, які мають пожежонебезпечні, вибухові й отруйні речовини. Не можна триматися за високі стовпи і масивні паркани, ховатися в будівлях і підвалах. Поїзди, трамваї, тролейбуси зупиняють, а пасажери залишають їх і відходять на безпечну відстань.

Якщо землетрус застав у будинку і не залишилося часу вийти з нього, потрібно стати у дверному або балконному отворі – ці місця найміцніші.

Якщо можливо, після припинення поштовхів потрібно терміново вийти на вулицю і, якщо є потерпілі, надати їм першу допомогу.

На підприємствах і установах при землетрусі всі роботи слід припинити, технологічне і виробниче обладнання зупинити, відключити електроенергію, понизити тиск газу, пари, повітря, кисню, води. Там, де за умовами технологічного процесу виробництва зупинити технологічну лінію, агрегат, піч та ін. за короткий час неможливо, здійснюють перехід на ощадливий режим роботи. Робітники і службовці, які входять до складу рятувальних загонів, мають прибути до місця збору, а решта – у безпечні місця.

Повені

Повінь – тимчасове затоплення суші в результаті підйому води в річці, озері, водоймищі; в результаті підвищення рівня води в період сніготанення, при захарашенні русла річки льодом, прориві захищаючих дамб. Повені часто супроводжуються людськими жертвами і завдають величезних матеріальних збитків, призводять до пошкодження і руйнування житлових і виробничих будівель, автомобільних і залізних доріг, ліній електропередач, зв'язку, загибелі худоби і врожаю сільськогосподарських культур, псування і знищення

сировини, палива, продуктів харчування, кормів та ін. Класифікація повеней наведена на рис. 5.9.

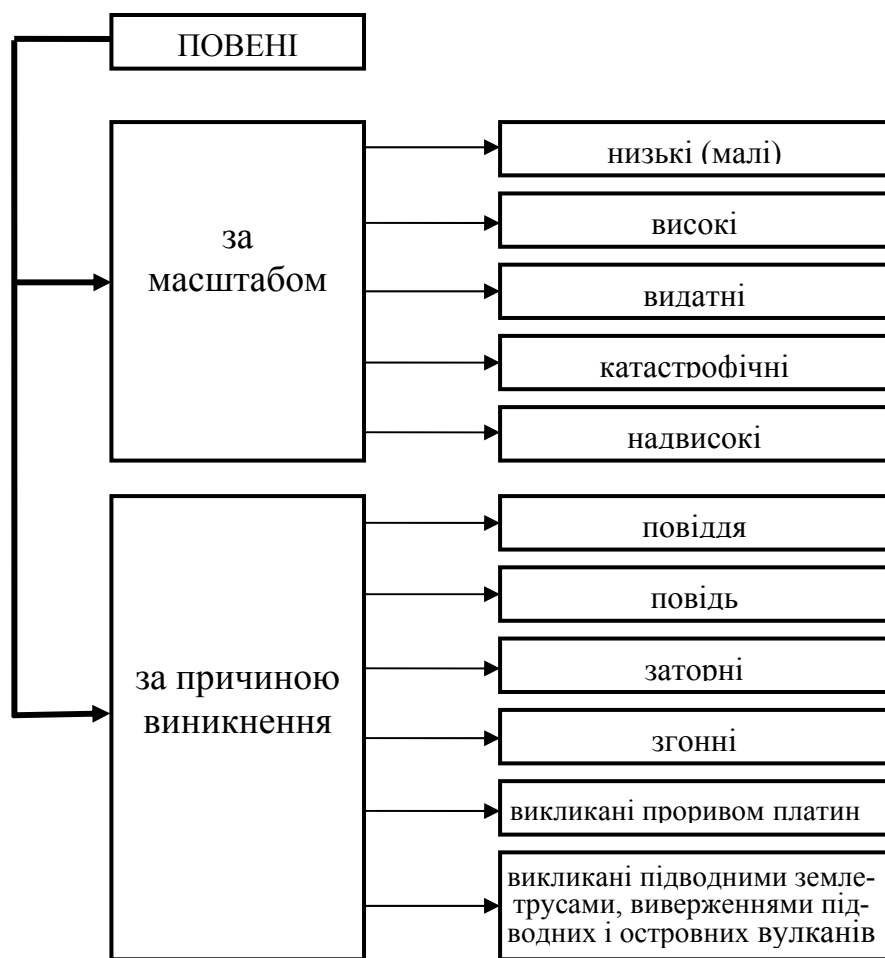


Рисунок 5.9 – Класифікація повеней

Повені можна прогнозувати, тобто встановити час, характер, очікувані його масштаби, і вчасно організувати попереджувальні заходи, які значно знижують шкоду; створити сприятливі умови для проведення рятувальних і невідкладних аварійно-рятувальних робіт.

При **прогнозованому затопленні** – населення оповіщається заздалегідь. У повідомленні про загрозу повені дається інформація про погоду, вказується порядок дій населення і порядок евакуації. Перед евакуацією необхідно відключити газ, воду, електрику, загасити печі, перенести на верхні поверхи будинків (горища) цінні речі і предмети, закрити вікна і двері перших поверхів і оббити їх дошками. Також необхідно зібрати необхідні документи, гроші і цінності, медичну аптечку, комплект одягу по сезону, запас продуктів на кілька днів і прибути на збірний пункт відправлення в безпечний район.

При **раптовій повені** необхідно: як можна швидше зайняти найближче місце на підвищенні, і бути готовим до евакуації по воді плавзасобами або

пішим порядком вблід; не втрачати самоконтролю, не піддаватися паніці, вжити заходів, які дозволять рятувальникам знайти людей (у світлу пору це досягається вивішуванням на високому місці білого або кольорового рушника, а в нічний – подачею світлових сигналів); до прибуття допомоги залишатися на верхніх поверхах, дахах, деревах та інших підвищеннях. Для самої евакуації можна використовувати човни, катери, плоти з колод і інші підручні засоби.

Після спаду води необхідно остерігатися обірваних і провислих проводів, категорично забороняється використовувати продукти харчування, які потрапили у воду і вживати воду без санітарної перевірки. Перед входом у житло після повені необхідно дотримуватися запобіжних заходів: попередньо відкрити вікна і двері для провітрювання, не включати освітлення і електроприлади до перевірки справності електричних мереж, не користуватися відкритим вогнем.

Основний напрям **боротьби з повенями** полягає в зменшенні максимальної витрати води в річках шляхом перерозподілу стоку води в часі за допомогою водоймищ, будівництва дамб і відведення в русла інших річок і в водойми.

Зсуви, селі, обвали

Ці природні явища мають величезну руйнівну силу.

Сель – це потік суміші води, уламків гірських порід і ґрунту, який раптово формується в горах і виникає в басейнах малих річок і сухих балок після інтенсивного танення снігу; бурхливих зливових опадів; при обвалах; землетрусах; зсувах.

Відрізняють грязьові, грязекаменні і водокам'яні селі. Селеві потоки можуть бути локальними (в руслах річок і в балках), загального характеру (проходять по основному руслу річки), структурними (що рухаються прямо-лінійно, поза руслом річки).

При русі селевий потік руйнує все на своєму шляху. Висота потоку може досягати в горах десятків метрів, але при виході в долину селевий потік розширюється, швидкість руху сповільнюється, і поступово потік зупиняється. Якщо на шляху селю виявиться селище або якісь споруди, вони будуть зруйновані.

Основними засобами **боротьби з селями** є закріплення і стимулювання розвитку ґрунтового і рослинного покриву на гірських схилах, і особливо в місцях зародження селів; зменшення надходження поверхневих вод; спуск талої води; перекачування води, за допомогою насосів; правильне розміщення на схилах гір різних інженерних гідротехнічних споруд. Ефективним засобом

боротьби з селями є штучне розрідження селевого потоку водою.

Зсуви – це ковзаючий рух гірських порід вниз по схилу під впливом сили ваги. Вони виникають через порушення рівноваги, викликаного різними причинами (підмивом порід водою, ослабленням їх міцності в результаті вивітрювання, перезволоженням опадами і підземними водами, невмілою господарською діяльністю людини та ін.). Зсуви можуть бути на схилах крутизною 20 градусів і більше. Вони здатні викликати великі завали або руйнування автомобільних і залізних доріг, руйнування населених пунктів, загибель людей. Схема зсуву показана на рис. 5.10.

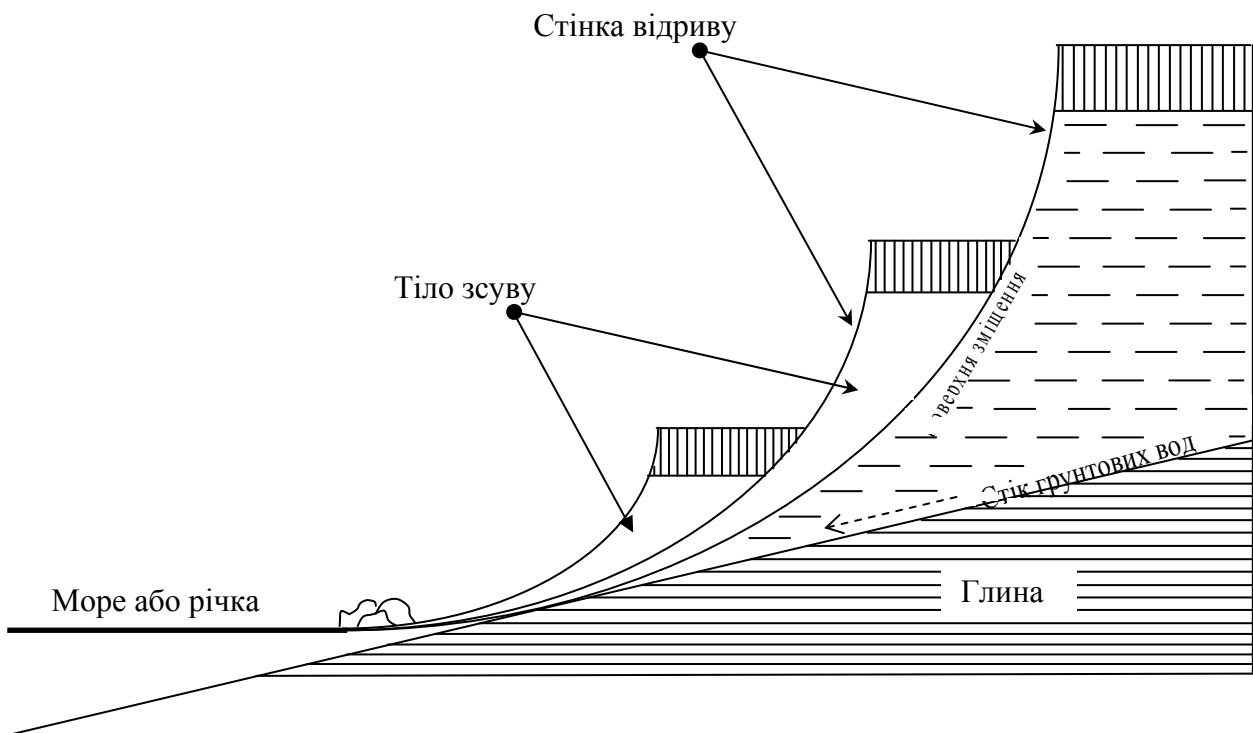


Рисунок 5.10 – Схема утворення зсуву

Снігові лавини також належать до зсувів і виникають так само, як і інші зсуви. Вони виникають на засніжених схилах крутизною 30–40 градусів. На таких схилах лавини сходять тоді, коли шар снігу, який щойно випав, становить 30 см, а для формування лавин зі старого (влежаного) снігу необхідний шар снігу до 70 см. Для того, щоб лавина могла почати рух, довжина відкритого схилу гір має бути 100–500 м.

Швидкість лавини може досягати 100 м/с. Почавши рух від випадкового, нерідко незначного, поштовху, лавина рухається вниз, захоплюючи по шляху нові маси снігу, каміння і різні предмети. Сходження лавини нерідко загрожує населеним пунктам, спортивним і санаторно-курортним комплексам, залізним і автомобільним дорогам, лініям електропередач та іншим народногосподар-

ським об'єктам.

Захист від лавин може бути пасивним і активним. При *пасивному захисті* уникають використання лавинонебезпечних схилів або ставлять на них загороджувальні щити. При *активному захисті* роблять обстріл лавинонебезпечних схилів, викликаючи схід невеликих, безпечних лавин, перешкоджаючи таким засобом нагромадження критичних мас снігу. З метою захисту від лавин споруд, доріг, будинків влаштовуються лавинорізи, захисні стінки. Уздовж доріг висаджують лісосмуги, встановлюють захисні щити.

Більшість потенційних зсувів можна запобігти, якщо вчасно провести і організувати протизсувний режим: пристрій постійних водостоків, дренажів, тимчасових снігових каналів і валів, для поверхневого стоку талих і зливових вод; планування поверхні стоку з вирівнюванням пагорбів, заповненням ям і канав, закладкою тріщин, озеленення схилів.

Обвали – це відрив і стрімке падіння великих мас гірських порід, їх перекидання, дроблення і скочування вниз по крутих схилах.

При загрозі зсуву, селю або обвалу (за наявності часу) організується евакуація населення в безпечні місця. Перед тим, як покинути будинок, найбільш цінне майно ховають в безпечному місці. Двері і вікна щільно закриваються. Електрика, газ, водопровід відключаються.

Після закінчення зсуву, селю або обвалу, впевнившись у відсутності небезпеки, необхідно повернутися до своїх домівок і негайно приступити до розшуку потерпілих, надання їм першої медичної допомоги, локалізації та ліквідації інших наслідків.

Урагани, циклони, тайфуни, шторми, смерчі, бурі

Ці явища природи є надзвичайно швидким переміщенням повітряних мас, які найчастіше мають катастрофічні наслідки. Градація швидкостей вітру визначається за шкалою Бофорта, за якою прийнята 17-бальна система розподілу швидкостей вітру і даються зразки руйнування, які виникають при різній силі вітру. Сильним вважається вітер, швидкість якого більше 12 м/с; шторм (буря) має швидкість 18,3–29 м/с; ураган – 29 м/с і більше. При швидкості вітру близько 23 м/с ламаються гілки дерев, зриваються дахи будинків; значні руйнування будинків відбуваються при швидкості вітру 26 м/с, а сильні руйнування – при швидкості вітру 30 м/с. Спустошливі руйнування, в тому числі кам'яних і металевих мостів відбуваються при швидкості вітру 40 м/с.

Урагани і тайфуни зазвичай виникають під час проходження глибоких циклонів – гігантських атмосферних вихорів з тиском повітря, яке зменшується

ближче до центра. Це вітри силою 12 і більше балів (швидкість понад 29 м/с), наносять найсильніші руйнування. Тривалість існування урагану (тайфуну) досягає 9–12 діб.

Вони супроводжуються зливами, снігопадами, градом, електричними розрядами, і приносять великі руйнування народному господарству: зносять легкі будівлі і ушкоджують міцні, обривають дроти ліній електропередачі, зв'язку, спустошують поля, ламають і вивертають з корінням дерева. Дія швидкісного напору вітру проявляється у відриві від землі людей і різних предметів. У результаті люди гинуть або отримують травми різної тяжкості, контузії.

Шторм виникає під час руху повітряних мас над поверхнею моря (океану) та викликає сильне хвилювання. Висота хвиль досягає 10–12 м і більше, що призводить до пошкодження і навіть загибелі судів.

Буря – це також сильний вітер, який спостерігається зазвичай під час проходження циклону і супроводжується руйнуваннями на суші. Швидкість вітру досягає 16–27 м/с (60–100 км/год), а тривалість – від кількох годин до кількох діб.

Залежно від структури і кольору ґрунтів, які видуваються вітром, розрізняють чорні бурі (на чорноземах), бурі або жовті бурі (на супісках і суглинках), червоні бурі (на забарвлених оксидами заліза ґрунтах), у пустелях Середньої Азії.

Бурі призводять до великих втрат у сільському господарстві, руйнують ґрунтовий покрив на величезних територіях. Крім того, вони можуть бути причинами транспортних аварій, аварій на виробництвах, завдають шкоди сільському господарству.

Найбільш надійним захистом від ураганів, бурь є укриття людей в захисних спорудах (сховищах), а також у метро, підземних переходах, підвалах тощо. У прибережних районах необхідно враховувати можливість затоплення таких притулків і вибрати укриття на підвищених ділянках місцевості.

Смерч (торнадо) – вихровий рух повітря, який виникає в грозовій хмарі, а потім поширюється у вигляді чорного рукава до землі (рис.5.11). Коли смерч опускається до землі, основа його нагадує воронку, діаметром кілька десятків метрів. Рух повітря – проти годинникової стрілки зі швидкістю до 100 м/с (360 км/год). Тиск повітря всередині воринки різко знижений, тому туди засмоктується все, що вихор може відірвати від землі і підняти по спіралі вгору, переносячи на значні відстані.

Рухаючись над місцевістю, смерч руйнує будівлі, лінії передач, мости і ін. Кращий засіб порятунку при наближенні торнадо – сховатися в сховище. Якщо смерч застав вас в дорозі, на відкритій місцевості, найкраще це сховатися в

кюветі дороги, ямі, рові, яру, і щільно притиснутися до землі. У місті потрібно негайно залишити автомобіль, автобус, трамвай, і сховатися в найближчому підвалі, сховищі, метро, підземному переході.



Рисунок 5.11 – Схема утворення смерчу

Снігові замети, завірюха, урагани характеризуються переміщенням величезних мас снігу з великою швидкістю (50–100 км/год) протягом від декількох годин до декількох діб. Особливо небезпечні снігові бурі при низькій температурі або при її різких перепадах. У цих умовах сніжна буря перетворюється на справжнє стихійне лихо, яке завдає великої шкоди населенню і народному господарству. Снігом заносяться будинки, дороги, зупиняється рух всіх видів транспорту, рвуться проводи, ламаються стовпи і опори ліній електропередачі та ін. Снігові замети – це велика небезпека для техніки і людей, яких замети застали в дорозі, далеко від людського житла. Не слід намагатися перебороти замети в автомобілі. Його краще зупинити, поставити двигуном у навітряну сторону, повністю закрити жалюзі, укрити радіатор. Періодично виходити з автомобіля, розгрібати сніг, щоб не опинитися похованим під ним. Двигун періодично можна прогрівати, не допускаючи проникнення вихлопних газів у кабінку.

Природні пожежі

Основними видами пожеж, як стихійних лих, які охоплюють великі території, є **лісові пожежі** – це некероване горіння рослинності, яке розповсюджується на великі площі лісу, в засушливу пору року. Вони можуть завдавати колосальні збитки та призвести до людських жертв. Лісові пожежі при сухій погоді і наявності вітру охоплюють значні простори.

Причинами виникнення ландшафтних пожеж є: необережне поводження з вогнем, порушення правил пожежної безпеки, удари блискавок, а також самозаймання торфу та сухої рослинності. У 90–97 випадках зі 100 винуватцями лиха виявляються люди. Частка пожеж від блискавок становить не більше 2% від загальної кількості.

Лісові пожежі підрозділяються на наступні види. *Низові лісові пожежі* характеризуються горінням лісової підстилки, пригрунтового покриття і підліску, без горіння крон дерев. *Верхові пожежі* розвиваються, як правило, з низових і характеризуються горінням крон дерев.

Підземні (грунтові) пожежі виникають іноді як продовження лісових. Вони виникають на ділянках з торф'яними ґрунтами або великим шаром підстилки. Горіння відбувається повільно, без полум'я. Підгорають коріння дерев, останні падають і утворюють завали.

Торф'яні пожежі найчастіше бувають у місцях видобутку торфу, виникають звичайно через неправильне поводження з вогнем, від розрядів блискавки або самозаймання. Торф горить повільно на всю глибину його залягання. Після вигорання торфу утворюються пустоти, в які можуть провалюватися люди, тварини і техніка. Торф'яні пожежі охоплюють великі площі і важко піддаються гасінню.

Степові (польові) пожежі виникають на відкритій місцевості за наявності сухої трави або зрілих хлібів. Вони мають сезонний характер і частіше бувають влітку, рідше – навесні й практично відсутні взимку.

Основними засобами боротьби з лісовими та степовими пожежами є: засипання вогню землею, заливання водою (хімікатами), створення загороджувальних і мінеральних смуг, пуск зустрічного вогню (відпал).

Гасіння торф'яних пожеж здійснюється двома засобами. У першому – навколо торф'яної пожежі на відстані 8–10 м від його краю риють траншею (канаву) глибиною до ґрунту або до рівня ґрунтових вод і наповнюють її водою. Другий засіб полягає в тому, що навколо пожежі влаштовують смугу, насиченою розчинами хімікатів.

При гасінні торф'яної пожежі особовий склад пожежників піддається впливу диму з високим вмістом окису вуглецю, тому роботи з гасіння пожежі мають проводитися в ізолюючих протигазах або фільтруючих з гопкалітовими патронами.

5.4 Характеристики надзвичайних ситуацій соціального характеру

Різновидами надзвичайних ситуацій є небезпечні і надзвичайні ситуації соціального походження, які за своїми руйнівними наслідками не поступаються, а часом і перевершують природні, техногенні, екологічні та інші катаклізми. Це обумовлено причинами, пов'язаними з діяльністю людини і соціуму, які надають цим катастрофічним явищам і процесам усвідомлений, витончений і цілеспрямований характер. Знання сутнісних характеристик і класифікації цих соціальних аномалій служать теоретичною та методологічною основою для аналізу можливості їх виникнення на території України.

Соціальні небезпеки, які є досить поширеним явищем (наприклад, протиправні форми насилля, вживання речовин, що порушують психічну і фізіологічну рівновагу людини (алкоголь, наркотики), шахрайство, шарлатанство, самогубство тощо), часто загрожують життю і здоров'ю людей. Носіями соціальних небезпек є люди, що створюють певні соціальні групи, тому поширення соціальних небезпек зумовлене особливостями поведінки цих людей. **Соціальні небезпеки класифікують за такими ознаками:**

– *за походженням:*

- 1) небезпеки, що пов'язані з психічним впливом на людину (шантаж, шахрайство, крадіжки тощо);
- 2) небезпеки, пов'язані з фізичним насильством (розбій, бандитизм, тероризм, зґвалтування, утримання заручників);
- 3) небезпеки, пов'язані з впливом речовин, що руйнують організм людини (наркоманія, алкоголізм, паління);
- 4) небезпеки, пов'язані з хворобами (СНІД, венеричні захворювання);
- 5) небезпеки самогубства;
- 6) небезпеки, викликані низьким духовним та культурним рівнем;
- 7) небезпеки, викликані незадовільним матеріальним станом та умовами проживання (страйки, повстання, революції).

– *за масштабністю подій:*

- 1) локальні;
- 2) регіональні;
- 3) глобальні.

– *за статеві-віковими ознаками* виділяють соціальні небезпеки, що характерні для дітей, молоді, жінок, людей похилого віку.

Таким чином, **НС соціального характеру** – це обстановка на певній території, що склалася в результаті виникнення небезпечних протиріч і

конфліктів у сфері соціальних відносин, які можуть спричинити або спричинили за собою людські жертви, шкоду здоров'ю людей або навколишньому середовищу, значні матеріальні втрати або порушення умов життєдіяльності людей.

Розрізняють наступні основні **види НС соціального характеру** (рис. 5.12.)



Рисунок 5.12 – Види НС соціального характеру

Розглядаючи класифікацію НС соціального характеру, необхідно підкреслити, що вони на відміну від надзвичайних ситуацій іншого походження піддаються прогнозу, тому що пов'язані з діями соціуму. Однак ці прогнози нерідко бувають суб'єктивні, оскільки люди схильні ідейному впливу, що часом заважає їм об'єктивно оцінювати соціальні явища і процеси.

Надзвичайні ситуації соціального характеру мають свою класифікацію за певними ознаками, наприклад,

– з причин виникнення: *ненавмисні*, викликані випадковими обставинами, незалежними від дій конкретних людей або громадських сил (найчастіше пов'язані зі стихійними лихами, неврожаями, епідеміями та ін.); *навмисні*, спровоковані діями людей та громадськими угрупованнями (міжнаціональні та політичні конфлікти, війни і т.ін.);

– за тривалістю дії: *короточасні* (терористичний акт, замах, бандитський наліт і т.ін.); *довготривалі* (інфляція, безробіття, міжетнічний конфлікт, війна і т.ін.).

Найважливішою причиною виникнення НС соціального походження є дія факторів ризику. В їх основі лежить накопичення й подальше вивільнення негативної соціальної енергії (соціально-економічних, політичних, міжнаціональних, міжконфесійних та інших суперечностей, їх переростання в кризові

ситуації, що носять надзвичайний характер). Таким чином, соціальні НС визначаються умовами життя людей. Чим вони гірше, тим вище рівень соціального невдоволення і тим складніше його стримати. При несприятливому розвитку подій окремі дрібні хвилі відкритого невдоволення з'єднуються, набирають руйнівну силу, охоплюючи все нові території. Нестабільність життя народжує невдоволення нею і, як наслідок, протест, який виливається в дії, що руйнують і без того вже порушену інфраструктуру життєзабезпечення. Це, у свою чергу, народжує новий вибух протесту і нові руйнівні дії. Тим самим процес руйнування набуває лавиноподібний характер.

Життя людини невід'ємне від соціально-політичних процесів, які відбуваються в суспільстві. Рівень соціально-політичної небезпеки є важливим фактором, який визначає якість життя особистості.

Політичні небезпеки переважно виникають як результат соціально-політичних конфліктів (рис. 5.13). Так, наприклад, можна навести факти того, що протягом останнього десятиріччя в українському суспільстві неодноразово виникали загрози стабільності в політичній сфері, серед яких: загострення політичних суперечностей між гілками влади; загострення суперечностей між політичними «таборами», партіями; занадто часті відставки уряду; шахтарські страйки; високий рівень криміналізації державно-управлінських процесів у деяких регіонах; проблема інформаційної війни, інформаційного криміналу й особливо інформаційного тероризму.

До найпоширеніших політичних небезпек можна віднести конфлікти на міжнаціональному та міждержавному рівнях, духовне гноблення, політичний тероризм, ідеологічні, міжпартійні, міжконфесійні та збройні конфлікти, війни.



Рисунок 5.13 – Класифікація соціально-політичних НС

Ще одним фактором, що викликає напруження у стосунках між країнами та націями, є **мілітаризм** – державна ідеологія, спрямована на виправдання політики постійного нарощування військової потужності держави, і, одночасно з цим, допустимості використання військової сили при вирішенні міжнародних та внутрішніх конфліктів.

Конфлікт – це зіткнення протилежних інтересів, поглядів, гостра суперечка, ускладнення, боротьба ворогуючих сторін різного рівня та складу учасників. *Джерелами конфлікту* є соціальна нерівність, яка існує в суспільстві, та система поділу таких цінностей, як влада, соціальний престиж, матеріальні блага, освіта.

Конфлікти бувають: **політичні** (конфліктують політичні системи); **соціальні** (конфліктують соціальні системи); **економічні** (конфліктують економічні системи, наприклад, корпорації). Конфлікти, що відбуваються в різних сферах, набувають політичної значущості, якщо вони торкаються міжнародних, класових, міжетнічних, міжнаціональних, релігійних, демографічних та інших відносин.

Політичні джерела небезпеки можна поділити на зовнішні і внутрішні загрози інтересам суспільства та держави: *зовнішні загрози* (висунення територіальних претензій; втручання у внутрішні справи; використання ресурсної та технологічної залежності для політичного тиску; втрата традиційних ринків збуту, недосконалість економічних зв'язків; нанесення збитків від санкцій міжнародних організацій, інших країн; переорієнтація суспільства на чужі для нації цінності; посилення неконтрольованих міграційних процесів тощо); *внутрішні загрози* (активізація сепаратистських (прагнення до відокремлення) рухів у деяких регіонах; зниження рівня боєздатності воєнної організації; міжконфесійні та міжетнічні конфлікти; падіння виробництва, руйнування промисловості, капіталів, сировини; падіння життєвого рівня населення; криза платежів тощо).

Суб'єктами конфліктів можуть виступати:

1) окремі люди, групи, організовані в соціальні, політичні, економічні та інші структури;

2) об'єднання, які виникають у вигляді політизованих соціальних груп, економічних та політичних груп тиску, кримінальних груп, які домагаються певних цілей.

Існують дві форми перебігу конфліктів:

1) *відкрита* – як відверте протистояння, зіткнення, боротьба;

2) *закрита* – коли відвертого протистояння немає, але йде невидима боротьба.

Управління конфліктами є однією з найважливіших умов підтримки соціально-політичної стабільності всередині країни та на міжнародній арені. Виокремлюють такі **підходи до розв'язання конфліктної ситуації**:

1) *реалістичний підхід* – розглядається як вроджене прагнення людини до панування (прихильники цього підходу розуміють, що миру не може бути ніколи, тільки перемир'я, яке довготривалої стабільності не дасть);

2) *ідеалістичний підхід* – має місце тоді, коли всі зацікавлені сторони, незалежно від стану і статусу, встановлюють взаємовідносини, прийнятні для всіх, що відповідають індивідуальним поглядам кожного; за основу береться визнання того, що на даний момент усі сторони зазнають небажаних втрат, але, зрештою, всі виграють;

3) *інтегративний підхід* передбачає, що кожна зі сторін, забуваючи про свої попередні цілі й цінності, знаходить нові взаємоприйнятні варіанти.

Для запобігання виникненню конфліктної ситуації розробляються тактики, що враховують усі аспекти конфлікту як соціально-психологічного явища. З них вибирається та, яка відповідає певній конкретній ситуації. Відокремлюють такі тактики вирішення конфлікту: уникнення конфлікту; пом'якшення конфлікту; компроміс; ведення переговорів; насильство; встановлення загальної цілі та прийняття рішення, яке задовольняє конфліктуючі сторони, зосередження уваги на проблемі, а не на властивостях конфліктуючих осіб.

Своєчасне нерозв'язання конфлікту може призвести до соціальної напруги в суспільстві, викликати появу гострих суперечностей, надзвичайних ситуацій соціально-політичного характеру, надзвичайних подій, що загрожуватимуть безпеці суспільства.

Якщо недооцінювати та ігнорувати ці загрози, вони можуть призвести до НС соціальної спрямованості. Фактично будь-яка з їх різновидів – економічна криза, соціальний вибух, національний або релігійний конфлікт, терористичний акт і ін. – може сьогодні стати реальністю в нашій країні, а багато з них такої вже є якщо не на всій території держави, то в тому чи іншому його регіоні.

Таким чином, хоча в наявності деяка стабілізація соціального життя, але негативні тенденції збереглися і українське суспільство все ще перебуває в зоні підвищеного соціального ризику, що не сприяє стійкості його соціально – економічного і політичного розвитку.

Сьогодні існує тенденція до збільшення кількості проявів тероризму, посилення його активності і могутності, об'єднання зі злочинним бізнесом. Поширюється діапазон вимог і погроз терористів. **Тероризм** – це форма злочину проти суспільної безпеки, що полягає в насильстві, політичному

екстремізмі, застосуванні найжорстокіших методів насилля, включаючи фізичне знищення людей, для досягнення певних цілей. Він має різні форми (рис. 5.14) та застосовує усі можливі засоби для впливу на суспільство в цілому, політичні сили та людини особисто.



Рисунок 5.14 – Види тероризму в сучасному світі

В останній час окремо розглядають **інформаційний тероризм**, як форму фізичного та психічного насилля в інформаційному середовищі. *Фізичне насилля* зі сторони інформаційного тероризму становить руйнування джерел інформації, самої інформації, інформаційних мереж і приймачів. Це характерно для сучасних війн, наприклад, знищення теле-, радіостанцій. *Психічне насилля* – це нав'язування ідей, поглядів, думок, які руйнують моральні основи особи, суспільних груп, всього суспільства.

Україна посідає 17-ту сходинку серед країн, які потерпають від тероризму, відповідно до Звіту щодо стану глобального тероризму у 2017 році (The Global Terrorism Index 2017), який оприлюднив Інститут економіки та миру (Лондон, Великобританія). За рівнем впливу тероризму Україна отримала 6,6 бала за 10-бальною шкалою.

У звіті The Global Terrorism Index за 2016 рік Україна посідала 11-ту сходинку з 7,1 балами. Цього ж року Україна увійшла до групи країн із «високим» рівнем впливу тероризму разом з такими державами, як Сомалі, Індія, Туреччина, Лівія, Єгипет, Судан та ін.

До списку країн із «найвищим» рівнем впливу тероризму на життя експерти віднесли шість держав: Ірак (10 балів), Афганістан (9,4), Нігерію (9), Сирію (8,6), Пакистан (8,4), Ємен (7,9). У західноєвропейських державах найвищим вплив тероризму, за оцінкою експертів, є у Франції (6 балів і 23-те місце). Сполучені Штати Америки посідають 32-е місце (5,4 бала), Росія – 33-те (5,3 бала), Велика Британія – 35-те (5,1 бала).

5.5 Організація цивільного захисту в Україні і ЄС

5.5.1 Загальні положення цивільного захисту

Система цивільного захисту відіграє все більшу роль у забезпеченні національної безпеки європейських країн і стає предметом зростаючої уваги у рамках міжнародних структур європейської безпеки. Моделі цивільного захисту країн ЄС і НАТО різняться між собою, однак мають спільні основоположні цілі і принципи – попередження, боротьба з наслідками і відновлення після природних і техногенних надзвичайних ситуацій незалежно від причин їх виникнення з метою захисту невід'ємних прав і свобод громадян, їх власності, демократичного устрою держави і ринкових засад економіки.

Необхідність створення спеціальних сил для захисту людей виникла ще в ХХ столітті і пов'язано це було з військовими конфліктами. На території України система сил такого призначення була створена у 1932 році (стаціонарні та мобільні системи протиповітряної оборони).

Друга світова війна (1939–1945р. р.), бойові дії якої розгорнулися на трьох континентах – Європі, Азії й Африці, втягнула в стан війни 61 країну з загальною кількістю населення 1млрд. 700млн. людей, тобто 75% населення Землі на той час. Підсумки Другої світової війни змусили світове співтовариство замислитися над своїм майбутнім і тим, наскільки воно можливе взагалі. З цією метою 24.10.1945 р. була заснована Організація Об'єднаних Націй, яка вже 10.12.1949 р. прийняла Загальну Декларацію прав людини (Хартію прав людини). Цей документ зобов'язав держави, що підписали Декларацію, гарантувати «кожній людині право на життя (ст.3)», а також «право на працю, на вільний вибір роботи, на справедливі сприятливі умови праці (ст.23)».

Також пізніше за ініціативою Міжнародного Комітету Червоного Хреста (ICRC) 8 червня 1977 року у Женеві представниками 102 країн на дипломатичній конференції були прийняті два додаткових Протоколи до Женевських Конвенцій 1949 року, що розширили діапазон захисту осіб, які постраждали від збройних конфліктів.

За основу у Женевських Конвенціях береться принцип поваги до людської особистості та людської гідності. Конвенціями висуваються вимоги: осіб, які не беруть безпосередньої участі у воєнних діях, а також осіб, недієздатних внаслідок хвороби, поранення, взяття у полон, – потрібно поважати, надавати захист від наслідків війни, а також усім, хто потребує, надавати потрібну допомогу чи догляд.

З набуттям Україною незалежності було розпочато розробку нової

концепції цивільної оборони і її законодавче оформлення як державної системи органів управління та сил для організації і здійснення заходів щодо захисту населення від впливу надзвичайних ситуацій техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру.

Основними нормативними документами, які регламентують цивільну безпеку, є: Конституція України, кодекс цивільного захисту України, кодекс законів про працю України, закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України у зв'язку з прийняття Кодексу цивільного захисту України», закон України «Про центральні органи виконавчої влади», закон України «Про боротьбу з тероризмом», закон України «Про Дисциплінарний статут служби цивільного захисту», закон України «Про державну службу», закон України «Про охорону праці», закон України «Про інформацію», закон України «Про звернення громадян», закон України «Про засади запобігання та протидії дискримінації в Україні», закону України «Про адміністративні послуги», закон України «Про засади державної регуляторної політики у сфері господарської діяльності», закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки».

3 лютого 1993 року було прийнято закон України «Про цивільну оборону України». Сьогодні він діє із змінами, внесеними у 1999 році. Згідно з цим законом в структуру цивільної оборони увійшов Центральний орган виконавчої влади з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, нині діюче положення про яке затверджено Указом Президента України від 5 березня 2004 року. Президентом України, 2 жовтня 2012 року підписаний **Кодекс цивільного захисту України**. Цей Кодекс введений в дію з 1 липня 2013 року, останні зміни набули чинності з 07.03.2018.

Сучасний цивільний захист населення в Україні забезпечується з урахуванням особливостей, визначених Законом України "Про основи національної безпеки України", суб'єктами, уповноваженими захищати населення, території, навколишнє природне середовище і майно, згідно з вимогами цього Кодексу – у мирний час, а також в особливий період – у межах реалізації заходів держави щодо оборони України.

Отже, виходячи з цих особливостей, **цивільний захист України** – це функція держави, спрямована на захист населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій шляхом запобігання таким ситуаціям, ліквідації їх наслідків і надання допомоги постраждалим у мирний час та в особливий період.

Основними принципами, за якими здійснюється цивільний захист, є:

- гарантування та забезпечення державою конституційних прав громадян на захист життя, здоров'я та власності;
- комплексний підхід до вирішення завдань цивільного захисту; пріоритетності завдань, спрямованих на рятування життя та збереження здоров'я громадян;
- максимально можливого, економічно обґрунтованого зменшення ризику виникнення надзвичайних ситуацій;
- централізації управління, єдиноначальності, підпорядкованості, статутної дисципліни Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту, аварійно-рятувальних служб;
- гласності, прозорості, вільного отримання та поширення публічної інформації про стан цивільного захисту, крім обмежень, встановлених законом; добровільності – у разі залучення громадян до здійснення заходів цивільного захисту, пов'язаних з ризиком для їхнього життя і здоров'я;
- відповідальності посадових осіб органів державної влади та органів місцевого самоврядування за дотримання вимог законодавства з питань цивільного захисту;
- виправданого ризику та відповідальності керівників сил цивільного захисту за забезпечення безпеки під час проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт.

Для втілення основних принципів координацію діяльності *органів виконавчої влади* у сфері цивільного захисту у межах своїх повноважень здійснюють Рада національної безпеки і оборони України та Кабінет Міністрів України.

При виникненні НС для координації робіт з ліквідації наслідків на державному, регіональному, місцевому та об'єктовому рівнях утворюються спеціальні комісії.

5.5.2 Єдина державна система цивільного захисту

В Україні створена Єдина державна система ЦЗ (ЄДСЦЗ) населення і територій для реалізації державної політики, спрямованої на забезпечення безпеки та захисту населення і територій, матеріальних і культурних цінностей, довкілля від негативних наслідків НС у мирний час та особливий період, подолання наслідків НС. Вона складається з функціональних і територіальних підсистем та їх ланок (рис. 5.15).

Функціональні підсистеми ЄДСЦЗ створюються центральними органами виконавчої влади у відповідній сфері суспільного життя. Перелік центральних

органів виконавчої влади, що створюють функціональні підсистеми, визначається Положенням про єдину державну систему цивільного захисту.



Рисунок 5.15 – Структура єдиної державної системи цивільного захисту

До складу функціональних підсистем входять органи управління та підпорядковані їм сили цивільного захисту, відповідні суб'єкти господарювання, які виконують завдання цивільного захисту. Безпосереднє керівництво функціональною підсистемою покладається на керівника органу, суб'єкта господарювання, що створив таку підсистему.

Територіальні підсистеми ЄДСЦЗ та їх ланки діють в Автономній Республіці Крим, областях, містах Києві та Севастополі.

До складу територіальних підсистем та їх ланок входять органи управління та підпорядковані їм сили цивільного захисту, відповідні суб'єкти господарювання. Безпосереднє керівництво територіальною підсистемою, її ланкою покладається на посадову особу, яка очолює орган, що створив таку підсистему, ланку.

Основними завданнями єдиної державної системи цивільного захисту є:

- забезпечення готовності міністерств та інших центральних і місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підпорядкованих їм сил і засобів до дій, спрямованих на запобігання і реагування на надзвичайні ситуації;
- забезпечення реалізації заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;
- навчання населення щодо поведінки та дій у разі виникнення надзвичайної ситуації;
- виконання державних цільових програм, спрямованих на запобігання

надзвичайним ситуаціям, забезпечення сталого функціонування підприємств, установ та організацій, зменшення можливих матеріальних втрат;

- опрацювання інформації про надзвичайні ситуації, видання інформаційних матеріалів з питань захисту населення і територій від наслідків надзвичайних ситуацій;

- прогнозування і оцінка соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій, визначення на основі прогнозу потреби в силах, засобах, матеріальних і фінансових ресурсах;

- створення, раціональне збереження і використання резерву матеріальних і фінансових ресурсів, необхідних для запобігання і реагування на надзвичайні ситуації;

- оповіщення населення про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій, своєчасне та достовірне інформування про фактичну обстановку і вжиті заходи;

- проведення рятувальних та інших невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, організація життєзабезпечення постраждалого населення;

- пом'якшення можливих наслідків надзвичайних ситуацій у разі їх виникнення;

- здійснення заходів щодо соціального захисту постраждалого населення; реалізація визначених законом прав у сфері захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій, в тому числі осіб (чи їх сімей), що брали безпосередню участь у ліквідації цих ситуацій;

- інші завдання, визначені законом.

ЄДСЦЗ залежно від масштабів і особливостей надзвичайної ситуації, що прогнозується або виникла, функціонує у режимах:

1) **режим повсякденного функціонування** встановлюється за умов нормальної виробничо-промислової, радіаційної, хімічної, сейсмічної, гідроген-логічної, гідрометеорологічної, техногенної та пожежної обстановки та за відсутності епідемій, епізоотій, епіфітотій;

2) **режим підвищеної готовності** тимчасово встановлюється у разі загрози виникнення надзвичайної ситуації за рішенням відповідно до Кабінету Міністрів України, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, обласних, Київської чи Севастопольської міських державних адміністрацій для єдиної державної системи цивільного захисту у повному обсязі або частково для окремих її територіальних підсистем;

3) **режим надзвичайної ситуації** тимчасово встановлюється у разі

виникнення надзвичайної ситуації за рішенням відповідно Кабінету Міністрів України, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, обласних, Київської чи Севастопольської міських державних адміністрацій для єдиної державної системи цивільного захисту у повному обсязі або частково для окремих її територіальних підсистем;

4) **режим надзвичайного стану** для ЄДСЦЗ у повному обсязі або частково для окремих її територіальних підсистем тимчасово встановлюється у межах території, на якій введено правовий режим надзвичайного стану відповідно до Закону України "Про правовий режим надзвичайного стану".

Положенням про ЄДСЦЗ визначається перелік заходів, що здійснюються у відповідному режимі, завдання та порядок взаємодії суб'єктів забезпечення цивільного захисту під час функціонування зазначеної системи у відповідному режимі.

У режимі повсякденного функціонування органи управління, сили і засоби ЄДСЦЗ:

- забезпечують спостереження і контроль за обстановкою на потенційно небезпечних об'єктах і прилеглих до них територіях, а також чергування оперативного персоналу;

- проводять постійне прогнозування обстановки щодо її погіршення, яке може призвести до виникнення надзвичайної ситуації (НС); виконують іншу планову роботу.

У режимі підвищеної готовності органи управління ЄДСЦЗ:

- надають оперативну допомогу органам і структурам, причетним до забезпечення цивільного захисту, в разі виникнення несприятливих, побутових або нестандартних ситуацій;

- формують комісії для виявлення причин погіршення обстановки безпосередньо в районі можливого виникнення НС, готують пропозиції щодо її нормалізації;

- посилюють спостереження і контроль за ситуацією на потенційно небезпечних об'єктах і прилеглих до них територіях, здійснюють прогнозування можливості виникнення НС та їх масштабів;

- розробляють заходи із захисту населення і територій в умовах НС;

- приводять у стан підвищеної готовності наявні сили і засоби реагування, залучають додаткові сили і засоби, уточнюють плани їх дій та направляють їх у разі потреби в район загрози виникнення НС, здійснюють заходи із запобігання виникненню НС.

У режимі надзвичайної ситуації органи управління ЄДСЦЗ:

- визначають межі території, на якій виникла НС;

- організовують захист населення і територій в умовах НС;
- здійснюють безперервний контроль за розвитком НС, становищем на аварійних об'єктах і прилеглих до них територіях;
- організовують роботи з локалізації або ліквідації наслідків НС, залучають необхідні сили і засоби;
- оперативно доповідають вищим органам управління про розвиток НС, вжиті заходи та оповіщають населення.

Режим функціонування ЄДСЦЗ в умовах надзвичайного стану встановлюється відповідно до вимог закону України «Про правовий режим надзвичайного стану». **Надзвичайний стан** – це особливий правовий режим, який може тимчасово вводиться в Україні чи в окремих її місцевостях при виникненні НС техногенного або природного характеру, у тому числі застосування засобів ураження не нижче загальнодержавного рівня або при спробі захоплення державної влади чи зміни конституційного ладу України шляхом насильства і передбачає надання відповідним органам державної влади, військовому командуванню (у тому числі силам цивільного захисту) та органам місцевого самоврядування додаткових повноважень, що визначаються указом Президента України про введення надзвичайного стану і затвердженого Законом України, а також допускає тимчасове обмеження у здійсненні конституційних прав і свобод людини і громадянина та прав і законних інтересів юридичних осіб із зазначенням строку дії цих обмежень.

Указом Президента України про введення надзвичайного стану можуть **запроваджуватись такі заходи:**

- 1) встановлення особливого режиму в'їзду і виїзду, а також обмеження свободи пересування по території, де вводиться надзвичайний стан; обмеження руху транспортних засобів;
- 2) посилення охорони громадського порядку та об'єктів, що забезпечують життєдіяльність населення та об'єктів господарської діяльності; тимчасова чи безповоротна евакуація людей з місць небезпечних для проживання;
- 3) встановлення для юридичних осіб квартирної повинності для тимчасового розміщення евакуйованого населення;
- 4) встановлення карантину та проведення інших обов'язкових санітарних та протиепідемічних заходів;
- 5) запровадження особливого порядку розподілення продуктів харчування і предметів першої необхідності;
- 6) мобілізація та використання ресурсів підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності для відвернення небезпеки та ліквідації НС

з обов'язковою компенсацією понесених втрат;

7. цільова мобілізація населення, обсяги і строк проведення якої визначаються в указі Президента України.

Режим функціонування ЄДСЦЗ в умовах **воєнного стану**, порядок підпорядкування її військовому командуванню визначається відповідно до закону України «Про правовий режим воєнного стану».

Воєнний стан – це особливий правовий режим, що вводиться в Україні або в окремих її місцевостях у разі збройної агресії чи загрози нападу, небезпеки державній незалежності України, її територіальної цілісності та передбачає надання відповідним органам державної влади, військовому командуванню та органам місцевого самоврядування додаткових повноважень, а також тимчасове обмеження конституційних прав і свобод людини і громадянина та прав і законних інтересів юридичних осіб із зазначенням строку дії цих обмежень.

У місцевостях, де ведуться бойові дії, запровадження та здійснення заходів правового режиму воєнного стану покладається безпосередньо на військове командування, в інших місцевостях, де введено воєнний стан – військовим командуванням у щільній взаємодії органів виконавчої влади усіх рівнів. Військове командування під час дій воєнного стану вживає всіх заходів для забезпечення захисту безпеки населення та інтересів держави та несе відповідальність за їх запровадження на відповідній території.

Заходи правового режиму воєнного стану:

– запровадження трудової повинності для працездатних осіб з метою виконання робіт, що мають оборонний характер, а також ліквідація НС техногенного, природного та воєнного характеру;

– встановлення порядку використання сховищ, споруд та інших об'єктів для захисту населення, а також для задоволення потреб оборони;

– проведення евакуації населення з місць і районів, небезпечних для проживання;

– запровадження в разі необхідності нормованого забезпечення населення основними продовольчими та непродовольчими товарами та ліками;

– військові формування залучаються до вирішення завдань і заходів правового режиму воєнного стану відповідно до їх призначення та специфіки діяльності.

Склад та основні завдання сил цивільного захисту

Відповідно до законодавства громадяни України мають право на захист свого життя й здоров'я від наслідків аварій, пожеж, стихійних лих та на вимогу від Уряду України, інших органів державної виконавчої влади, адміністрацій

підприємств, установ й організацій незалежно від форм власності й господарювання гарантій щодо забезпечення його реалізації. Держава як гарант цього права здійснює захист населення від небезпечних наслідків аварій і катастроф техногенного, екологічного, природного й військового характеру за допомогою сил цивільного захисту.

Сили цивільного захисту – аварійно-рятувальні формування, спеціалізовані служби та інші формування цивільного захисту, призначені для проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт з ліквідації надзвичайних ситуацій. Структура сил цивільного захисту зображена на рисунку 5.16.

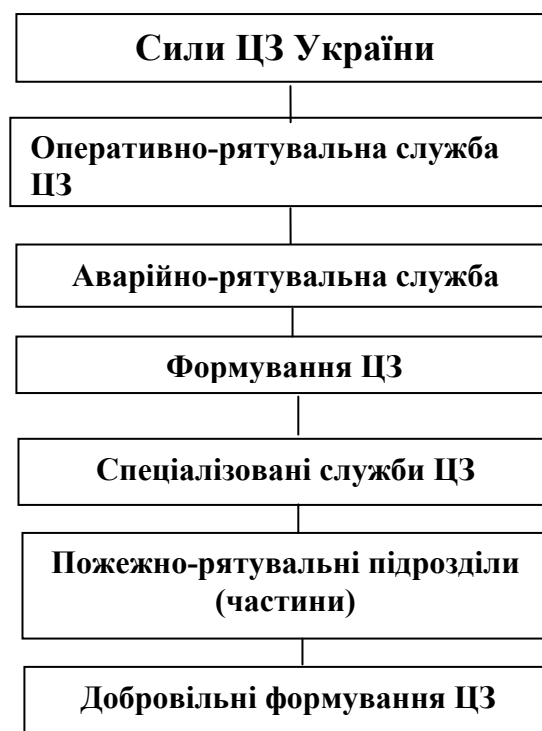


Рисунок 5.16 – Структура сил цивільного захисту

Основними завданнями сил цивільного захисту є:

- проведення робіт та вжиття заходів щодо запобігання надзвичайним ситуаціям, захисту населення і територій від них;
- проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт;
- гасіння пожеж;
- ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій в умовах екстремальних температур, задимленості, загазованості, загрози вибухів, обвалів, зсувів, затоплень, радіоактивного, хімічного забруднення та біологічного зараження, інших небезпечних проявів;

- проведення піротехнічних робіт, пов'язаних із знешкодженням вибухонебезпечних предметів, що залишилися на території України після воєн, сучасних боєприпасів та підривних засобів (крім вибухових пристроїв, що використовуються у терористичних цілях), крім територій, які надані для розміщення і постійної діяльності військових частин, військових навчальних закладів, підприємств та організацій Збройних Сил України, інших військових формувань;
- проведення вибухових робіт для запобігання виникненню надзвичайних ситуацій та ліквідації їх наслідків;
- проведення робіт щодо життєзабезпечення постраждалих;
- надання екстреної медичної допомоги постраждалим у районі надзвичайної ситуації і транспортування їх до закладів охорони здоров'я;
- здійснення перевезень матеріально-технічних засобів, призначених для проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та надання гуманітарної допомоги постраждалим внаслідок таких ситуацій;
- надання допомоги іноземним державам щодо проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- проведення аварійно-рятувального обслуговування суб'єктів господарювання та окремих територій, на яких існує небезпека виникнення надзвичайних ситуацій.

Сили цивільного захисту можуть залучатися до проведення відновлювальних робіт.

5.5.3 Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій

Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій здійснюється такими основними видами діяльності:

1. Оповіщення та інформування суб'єктів забезпечення цивільного захисту. Порядок організації оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій та організації зв'язку у сфері цивільного захисту визначається положенням, яке затверджується Кабінетом Міністрів України.

Органи управління цивільного захисту зобов'язані надавати населенню через засоби масової інформації оперативну та достовірну інформацію щодо НС, а також про свою діяльність з питань цивільного захисту, у тому числі в доступній для осіб з вадами зору та слуху формі. Інформація має містити дані про суб'єкт, який її надає, та сферу його діяльності, про природу можливого ризику під час аварій, включаючи вплив на людей та навколишнє природне

середовище, про спосіб інформування населення у разі загрози або виникнення аварії та поведінку, якої слід дотримуватися.

Оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій полягає у своєчасному доведенні такої інформації до органів управління та сил цивільного захисту, суб'єктів господарювання та населення. Оповіщення про загрозу надзвичайних ситуацій забезпечується шляхом:

- функціонування загальнодержавної, територіальних, місцевих автоматизованих систем централізованого оповіщення про загрозу або виникнення НС, спеціальних, локальних та об'єктових систем оповіщення;
- централізованого використання телекомунікаційних мереж загального користування, у тому числі мобільного (рухомого) зв'язку, відомчих телекомунікаційних мереж і телекомунікаційних мереж суб'єктів господарювання в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України, а також мереж загальнонаціонального, регіонального та місцевого радіомовлення і телебачення;
- функціонування на об'єктах підвищеної небезпеки автоматизованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення;
- організаційно-технічної інтеграції різних систем централізованого оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій та автоматизованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення;
- функціонування в населених пунктах, а також місцях масового перебування людей сигнально-гучномовних пристроїв та електронних інформаційних табло для передачі інформації з питань цивільного захисту.

Встановлення сигнально-гучномовних пристроїв та електронних інформаційних табло покладається на органи місцевого самоврядування, суб'єкти господарювання.

2. Укриття населення у захисних спорудах цивільного захисту та евакуаційні заходи. До захисних споруд цивільного захисту належать (рис. 5.17):



Рисунок – 5.17 Захисні споруди цивільного захисту

1) **Сховище** – герметична споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу створюються умови, що виключають вплив на них небезпечних факторів, які виникають внаслідок надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів. У сховищах укриттю підлягають:

– працівники найбільшої зміни суб'єктів господарювання, віднесених до відповідних категорій цивільного захисту та розташованих у зонах можливих значних руйнувань населених пунктів, які продовжують свою діяльність в особливий період;

– персонал атомних електростанцій, інших ядерних установок і працівники суб'єктів господарювання, які забезпечують функціонування таких станцій (установок);

– працівники найбільшої працюючої зміни суб'єктів господарювання, віднесених до категорії особливої важливості цивільного захисту та розташованих за межами зон можливих значних руйнувань населених пунктів, а також працівники чергового персоналу суб'єктів господарювання, які забезпечують життєдіяльність міст, віднесених до відповідних груп цивільного захисту;

– хворі, медичний та обслуговуючий персонал закладів охорони здоров'я, які не підлягають евакуації або не можуть бути евакуйовані у безпечне місце.

2) **Протирадіаційне укриття** – герметична споруда для захисту людей, в якій створюються умови, що виключають вплив на них іонізуючого опромінення у разі радіоактивного забруднення місцевості. Укриттю підлягають:

– працівники суб'єктів господарювання, віднесених до першої та другої категорій цивільного захисту та розташованих за межами зон можливих значних руйнувань населених пунктів, які продовжують свою діяльність у воєнний час;

– працівники суб'єктів господарювання, розташованих у зонах можливих руйнувань, небезпечного і значного радіоактивного забруднення навколо атомних електростанцій;

– населення міст, не віднесених до груп цивільного захисту, та інших населених пунктів, а також населення, евакуйоване з міст, віднесених до груп цивільного захисту і зон можливих значних руйнувань;

– хворі, медичний та обслуговуючий персонал закладів охорони здоров'я, розташованих за межами зон можливих значних руйнувань міст, віднесених до груп цивільного захисту, і суб'єктів господарювання, віднесених до категорій

цивільного захисту, а також закладів охорони здоров'я, які продовжують свою діяльність у воєнний час.

3) *Швидкоспоруджувана захисна споруда* – захисна споруда, що зводиться із спеціальних конструкцій за короткий час для захисту людей від дії засобів ураження в особливий період.

Для захисту людей від деяких факторів небезпеки, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій у мирний час, та дії засобів ураження в особливий період також використовуються споруди подвійного призначення та найпростіші укриття. *Споруда подвійного призначення* – це наземна або підземна споруда, що може бути використана за основним функціональним призначенням і для захисту населення. *Найпростіше укриття* – це фортифікаційна споруда, цокольне або підвальне приміщення, що знижує комбіноване ураження людей від небезпечних наслідків надзвичайних ситуацій, а також від дії засобів ураження в особливий період.

У швидко споруджуваних захисних спорудах, найпростіших укриттях та спорудах подвійного призначення укриттю підлягає населення міст, віднесених до груп цивільного захисту, яке не підлягає евакуації у безпечне місце, а також інших населених пунктів.

Для вирішення питань щодо укриття населення в захисних спорудах цивільного захисту центральні органи виконавчої влади, Рада міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві державні адміністрації, органи місцевого самоврядування та суб'єкти господарювання завчасно створюють фонд таких споруд.

Утримання захисних споруд цивільного захисту у готовності до використання за призначенням здійснюється суб'єктами господарювання, на балансі яких вони перебувають, за рахунок власних коштів. У разі використання однієї захисної споруди кількома суб'єктами господарювання вони беруть участь в утриманні споруди відповідно до укладених між ними договорів.

3. Заходи з евакуації. Згідно з Кодексом цивільного захисту України, **евакуація** – організоване виведення чи вивезення із зони надзвичайної ситуації або зони можливого ураження населення, якщо виникає загроза його життю або здоров'ю, а також матеріальних і культурних цінностей, якщо виникає загроза їх пошкодження або знищення. Евакуація проводиться на державному, регіональному, місцевому або об'єктовому рівні. Залежно від особливостей надзвичайної ситуації встановлюються такі види евакуації (рис. 5.18):



Рисунок 5.18 – Види евакуації

Загальна евакуація проводиться для всіх категорій населення із зон можливого радіоактивного та хімічного забруднення та катастрофічного затоплення місцевості з чотиригодинним добіганням проривної хвилі при руйнуванні гідротехнічних споруд.

Часткова евакуація проводиться для вивезення категорій населення, які за віком чи станом здоров'я у разі виникнення надзвичайної ситуації не здатні самостійно вжити заходів щодо збереження свого життя або здоров'я, а також осіб, які відповідно до законодавства доглядають (обслуговують) таких осіб. Часткова евакуація може проводитися також для інших категорій населення за рішенням органів і посадових осіб.

Обов'язкова евакуація населення проводиться у разі виникнення загрози аварій з викидом радіоактивних та небезпечних хімічних речовин, катастрофічного затоплення місцевості, масових лісових і торф'яних пожеж, землетрусів, зсувів, інших геологічних та гідрогеологічних явищ і процесів, збройних конфліктів (з районів можливих бойових дій у безпечні райони, які визначаються Міністерством оборони України на особливий період).

Тимчасова евакуація населення проводиться при порівняно невеликій, тимчасовій загрозі (підняття рівня води, хімічна аварія на віддаленні та ін.).

Рішення про проведення евакуації приймають:

- на державному рівні – Кабінет Міністрів України;
- на регіональному рівні – Рада міністрів Автономної Республіки Крим, обласні, Київська та Севастопольська міські державні адміністрації;
- на місцевому рівні – районні, районні у містах Києві чи Севастополі державні адміністрації, відповідні органи місцевого самоврядування;
- на об'єктовому рівні – керівники суб'єктів господарювання.

Наприклад, у разі виникнення радіаційних аварій рішення про евакуацію

населення, яке може потрапити до зони радіоактивного забруднення, приймається місцевими державними адміністраціями на підставі висновку санітарно-епідеміологічної служби відповідно до прогнозованого дозового навантаження на населення або за інформацією суб'єктів господарювання, які експлуатують ядерні установки, про випадки порушень у їх роботі.

А у невідкладних випадках рішення про проведення **екстреної евакуації** населення із зони надзвичайної ситуації або зони можливого ураження може прийняти керівник робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, а в разі його відсутності – керівник аварійно-рятувальної служби, який першим прибув у зону надзвичайної ситуації.

4. Медичний захист і забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення включає:

- надання медичної допомоги постраждалим внаслідок надзвичайних ситуацій, рятувальникам та іншим особам, які залучалися до виконання аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, гасіння пожеж, проведення їх медико-психологічної реабілітації. Медична допомога населенню забезпечується службою медицини катастроф, керівництво якою здійснює центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері охорони здоров'я;

- планування і використання сил і засобів закладів охорони здоров'я незалежно від форми власності;

- своєчасне застосування профілактичних медичних препаратів та своєчасне проведення санітарно-протиепідемічних заходів;

- контроль за якістю та безпекою харчових продуктів і продовольчої сировини, питної води та джерелами водопостачання;

- завчасне створення і підготовку спеціальних медичних формувань;

- утворення в умовах надзвичайних ситуацій необхідної кількості додаткових тимчасових мобільних медичних підрозділів або залучення додаткових закладів охорони здоров'я;

- накопичення медичного та спеціального майна і техніки;

- підготовку та перепідготовку медичних працівників з надання екстреної медичної допомоги;

- навчання населення способам надання домедичної допомоги та правилам дотримання особистої гігієни;

- здійснення заходів з метою недопущення негативного впливу на здоров'я населення шкідливих факторів навколишнього природного середовища та наслідків надзвичайних ситуацій, а також умов для виникнення і

поширення інфекційних захворювань;

– проведення моніторингу стану навколишнього природного середовища, санітарно-гігієнічної та епідемічної ситуації;

– санітарну охорону територій та суб'єктів господарювання;

– здійснення інших заходів, пов'язаних з медичним захистом населення, залежно від ситуації, що склалася.

Здійснення заходів медичного захисту населення покладається на суб'єктів забезпечення цивільного захисту.

Для проведення медико-психологічної реабілітації постраждалим внаслідок НС, рятувальникам та іншим особам, які залучалися до виконання аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, утворюються центри медико-психологічної реабілітації. Перелік санаторно-курортних закладів, у яких утворюються центри медико-психологічної реабілітації, затверджується спільним актом центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері охорони здоров'я, та центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

5. Навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях. Навчання працюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях є обов'язковим і здійснюється в робочий час за рахунок коштів роботодавця за програмами підготовки населення діям у надзвичайних ситуаціях, а також під час проведення спеціальних об'єктових навчань і тренувань з питань цивільного захисту. Навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях здійснюється згідно з рисунком 5.19.

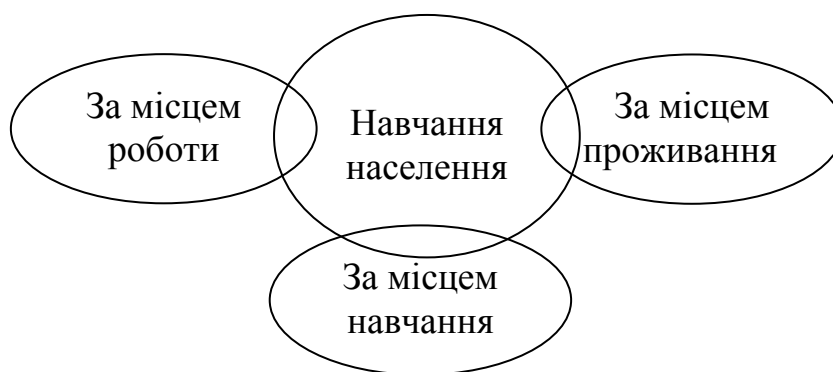


Рисунок 5.19 – Навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях

Непрацююче населення самостійно вивчає пам'ятки та інший інформаційно-довідковий матеріал з питань цивільного захисту, правила

пожежної безпеки у побуті та громадських місцях та має право отримувати від органів державної влади, органів місцевого самоврядування, через засоби масової інформації іншу наочну продукцію, відомості про надзвичайні ситуації, у зоні яких або у зоні можливого ураження від яких може опинитися місце проживання непрацюючих громадян, а також про способи захисту від впливу небезпечних факторів, викликаних такими надзвичайними ситуаціями.

Навчання учнів, студентів та дітей дошкільного віку діям у надзвичайних ситуаціях та правилам пожежної безпеки є обов'язковим і здійснюється під час навчально-виховного процесу за рахунок коштів, передбачених на фінансування навчальних закладів.

Система екстреної допомоги населенню здійснюється за єдиним телефонним номером 112.

5.5.4 Оперативне управління, права та обов'язки громадян за умов надзвичайної ситуації

Основною ланкою в системі цивільного захисту держави є об'єкт господарювання (підприємство, установа, організація). Саме на об'єкті, де зосереджено людські та матеріальні ресурси, здійснюють економічні і захисні заходи. Відповідно до законодавства, керівництво підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування забезпечує своїх працівників засобами індивідуального та колективного захисту, місцем у захисних спорудах, організовує евакуаційні заходи, створює сили для ліквідації наслідків НС та забезпечує їх готовність, виконує інші заходи з цивільного захисту і несе пов'язані з цим матеріальні та фінансові витрати.

Начальником цивільного захисту об'єкта є керівник об'єкта. Він відповідає за організацію і стан ЦЗ об'єкта, керує діями органів та сил ЦЗ під час проведення рятувальних робіт на ньому. Заступники начальника ЦЗ об'єкта допомагають йому з питань евакуації, матеріально-технічного постачання, інженерно-технічного забезпечення тощо (рис. 5.20).

Органом повсякденного управління ЦЗ є *відділ (сектор) з питань НС та ЦЗ*, який організовує і забезпечує повсякденне керівництво за виконанням завдань ЦЗ на об'єкті. Для підготовки та втілення в життя заходів з окремих напрямів створюють служби зв'язку та оповіщення, сховищ і укриттів, протипожежної охорони, охорони громадського порядку, медичної допомоги, протирадіаційного і протихімічного захисту, аварійно-технічного та матеріально-технічного забезпечення тощо. Начальниками служб призначають начальників установ, відділів, лабораторій, на базі яких вони утворюються.

Кожна служба створює, забезпечує, готує відповідні формування служби (команди, групи, ланки) і керує ними під час виконання робіт.

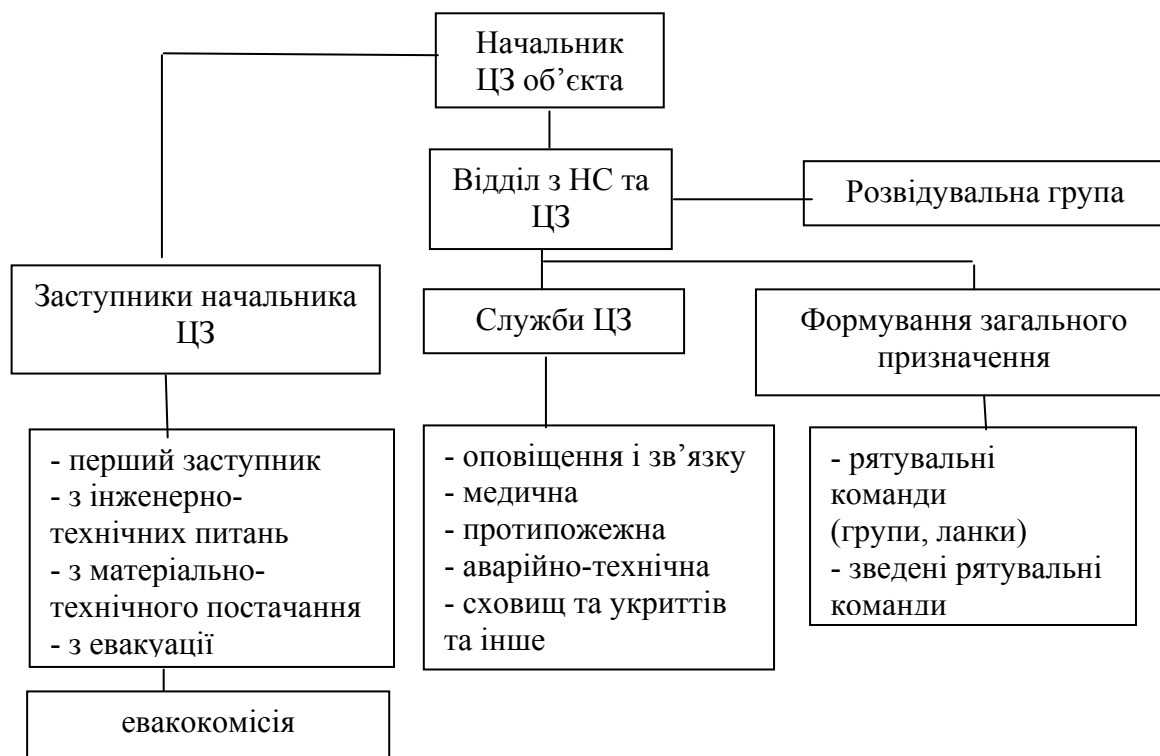


Рисунок 5.20 – Структура цивільного захисту об'єкта господарювання

Службу зв'язку та оповіщення створюють на базі вузла зв'язку об'єкта. Головне завдання служби – забезпечити своєчасне оповіщення керівного складу та службовців про загрозу аварії, катастрофи, стихійного лиха, нападу противника; організувати зв'язок і підтримувати його в стані постійної готовності.

Протипожежну службу створюють на базі підрозділів відомчої пожежної охорони. Служба розробляє протипожежні профілактичні заходи і контролює їх виконання; організовує локалізацію та гасіння пожежі.

Медичну службу формують на базі медичного пункту, поліклініки об'єкта. На неї покладають організацію проведення санітарно-гігієнічних та профілактичних заходів, надання медичної допомоги потерпілим та евакуацію їх у лікувальні установи, медичне обслуговування робітників, службовців та членів їх родин у місцях розосередження.

Службу охорони громадського порядку створюють на базі підрозділів відомчої охорони, її завдання – організувати і забезпечити надійну охорону

об'єкта, громадського порядку в умовах НС, під час ліквідації наслідків аварії, стихійного лиха, а також у воєнний час.

Службу протирадіаційного і протихімічного захисту організують на базі хімічної лабораторії чи цеху. На неї покладають розробку та здійснення заходів щодо захисту робітників і службовців, джерел водозабезпечення, радіаційного і хімічного спостереження, проведення заходів із ліквідації радіаційного і хімічного зараження та здійснення дозиметричного контролю.

Службу сховищ та укриттів організують на базі відділу капітального будівництва, житлово-комунального відділу. Вона розробляє план захисту робітників, службовців та їхніх родин із використанням сховищ та укриттів, забезпечує їх готовність та правильну експлуатацію.

Аварійно-технічну службу створюють на базі виробничо-технічного відділу або відділу головного механіка. Служба розробляє та здійснює попереджувальні заходи, які підвищують стійкість основних споруд, інженерних мереж і комунікацій у НС, організовує проведення робіт з ліквідації і локалізації аварії на комунально-енергетичних мережах.

Службу матеріально-технічного забезпечення створюють на базі відділу матеріально-технічного постачання об'єкта. Вона організовує своєчасне забезпечення формувань усіма засобами оснащення, постачання продуктів харчування і предметів першої необхідності робітників та службовців на об'єкті й у місцях розосередження, ремонт техніки і майна.

Транспортну службу організують на базі транспортного відділу, гаража об'єкта. Вона розробляє і здійснює заходи із забезпечення перевезень, пов'язаних із розосередженням працівників і доставки їх до місця роботи, проведення рятувальних робіт.

Формування загального призначення – рятувальні загони (команди, групи, ланки), зведені рятувальні загони (команди) підпорядковуються безпосередньо начальнику ЦЗ об'єкта. Кожне з них має свою структуру і можливості. Наприклад, *зведена рятувальна команда* у своєму складі має підрозділи різного призначення, такі як ланка зв'язку і розвідки/дві рятувальні групи, група механізації, санітарна дружина тощо. Зведена рятувальна команда може самостійно виконувати основні рятувальні та інші невідкладні роботи в осередку ураження.

Права та обов'язки громадян у сфері цивільного захисту

Ми живемо в чудовий, але не простий час. На активне втручання людини в природні процеси природа відповідає збільшенням кількості катаклізмів, різного роду інфекційних захворювань. Кожен день через засоби масової

інформації ми отримуємо новини про техногенні катастрофи, аварії та дорожньо-транспортні пригоди.

Ситуація в Україні сьогодні досить не проста. Антитерористична операція (АТО), яка розпочалася на сході України 14 квітня 2014 року і триває досі, в результаті якої гинуть люди – військові і цивільні, зростає кількість поранених, інвалідів, розтриті заводи, в деяких районах майже знищена інфраструктура, це все загострює проблему захисту населення країни.

У бурхливі часи суспільної нестабільності та гібридної кампанії проти України, які ми переживаємо зараз, кожен з нас має право на захист свого життя і здоров'я від надзвичайних ситуацій та їх небезпечних наслідків, на вимогу гарантій забезпечення реалізації цього права від Президента України, Кабінету Міністрів України, центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, керівництва підприємств, установ та організацій.

У статті 3 Конституції України визначено, що людина, її життя, здоров'я, честь, гідність і безпека є найвищою соціальною цінністю держави.

Кодекс цивільного захисту України регулює відносини, пов'язані із захистом населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій.

Зокрема, стаття 21 Цивільного Кодексу, говорить про те, що громадяни України мають право на:

- отримання інформації про надзвичайні ситуації або небезпечні події, що виникли або можуть виникнути, у тому числі в доступній для осіб з вадами зору та слуху формі;

- забезпечення засобами колективного та індивідуального захисту та їх використання;

- звернення до органів державної влади та органів місцевого самоврядування з питань захисту від надзвичайних ситуацій;

- участь у роботах із запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій у складі добровільних формувань цивільного захисту;

- отримання заробітної плати за роботу з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації у разі залучення до таких робіт згідно з трудовими договорами;

- соціальний захист та відшкодування відповідно до законодавства шкоди, заподіяної їхньому життю, здоров'ю та майну внаслідок надзвичайних ситуацій або проведення робіт із запобігання та ліквідації наслідків;

- медичну допомогу, соціально-психологічну підтримку та медико-психологічну реабілітацію у разі отримання фізичних і психологічних травм.

Крім прав громадяни України мають і певні обов'язки:

- дотримуватися правил поведінки, безпеки та дій у надзвичайних ситуаціях;

- дотримуватися заходів безпеки у побуті та повсякденній трудовій діяльності, не допускати порушень виробничої і технологічної дисципліни, вимог екологічної безпеки, охорони праці, що можуть призвести до надзвичайної ситуації;

- вивчати способи захисту від надзвичайних ситуацій та дій у разі їх виникнення, надання домедичної допомоги постраждалим, правила користування засобами захисту;

- повідомляти службі екстреної допомоги населенню про виникнення надзвичайних ситуацій; – у разі виникнення надзвичайної ситуації до прибуття аварійно-рятувальних підрозділів вживати заходів для рятування населення і майна;

- дотримуватися протиепідемічного, протиепізоотичного та протиепіфітотичного режимів, режимів радіаційного захисту;

- виконувати правила пожежної безпеки, забезпечувати будівлі, які їм належать на праві приватної власності, первинними засобами пожежогасіння, навчати дітей обережному поводженню з вогнем.

Іноземці та особи без громадянства, які перебувають в Україні на законних підставах, у разі виникнення надзвичайних ситуацій користуються тими самими правами, а також несуть такі самі обов'язки, як і громадяни України, за винятками, встановленими Конституцією, законами чи міжнародними договорами України, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України.

Контрольні запитання та завдання

1. Дайте визначення надзвичайної ситуації та наведіть класифікацію НС.
2. Охарактеризуйте види надзвичайних ситуацій залежно від характеру походження подій та рівні надзвичайних ситуацій.
3. Назвіть основні фактори ураження техногенних НС та їх параметри.
4. Які види ядерної зброї бувають залежно від призначення і потужності?
5. Охарактеризуйте джерела радіаційної небезпеки і їх вплив на людину і навколишнє середовище.
6. Які існують зони можливого радіоактивного забруднення?
7. Які бойові властивості характерні хімічній зброї?

8. Наведіть характеристики НС природного характеру.
9. Розкрийте поняття «епідемія», «епізоотія», «епіфітотія» та наведіть приклади.
10. Які соціальні і політичні небезпеки існують?

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Безпека життєдіяльності: підручник для студентів вищих навчальних закладів / за ред. І.Я.Коцана. Харків: Фоліо, 2014. 462с.
2. Березок О.В., Лемешев О.С. Безпека життєдіяльності: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2011. 204с.
3. Бегун В.В., Науменко І.М. Безпека життєдіяльності (забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки): навч. посібник. К., 2004. 328 с.
4. Гігієна праці: підручник / І.І. Кундієв [та ін.]. К.: ВСВ «Медицина», 2011. – 904 с.
5. Гогіташвілі Г.Г., Карчевські Є.Т., Лапін В.М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами: навч. посібник. К.: Знання, 2007. – 367 с.
6. Директива Ради Європейських Співтовариств 89/391/ЕЕС «Про впровадження заходів, що сприяють поліпшенню безпеки й гігієни праці працівників» // База даних «Законодавство України» / Люксембург, 12 юня 1989 г. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_b23.
7. ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2013 Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику /Національний стандарт України. К.: Мінекономрозвитку України, 2015. 80 с.
8. ДСТУ ОHSAS 18001:2010 Система управління гігієною та безпекою праці // ДНАОП. Законодавча база. URL: http://www.dnaop.com/html/34112/doc.OHSAS_18001_2010.
9. Жидецький В.Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів. 2-е вид., доп. Львів: Афіша, 2000. – 176 с.
10. Зеркалов Д.В. Безопасность труда. Хрестоматия. К.: Основа, 2009. – 602 с.
11. Крушельницька Я.В. Фізіологія і психологія праці: навч. посібник – К.: КНЕУ, 2000. – 232 с.
12. Моніторинг умов праці: підручник / В.І. Голінько, С.І. Чеберячко, М.В. Шибка, О.О. Яворська. 2–ге вид. Дніпропетровськ: Нац. гірн. ун-т, 2014. – 230 с.
13. Організація наглядової діяльності в галузі охорони праці: навч. посібник / К.Н. Ткачук, А.С. Филипчук, Д.В. Зеркалов [та ін.]. К.: НТУУ«КПІ», 2014. – 261 с.
14. Основи охорони праці: підручник / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний [та ін.]. 2-ге вид., допов. і перероб. К.: Основа, 2006. – 444 с.

15. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): навч. посібник / За заг. ред. І.П. Пістуна. Львів: «Тріада плюс», 2010. – 648 с.
16. Фонд соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України: сайт. URL: <http://www.social.org.ua>.
17. Хребтова, Л. Сучасна ситуація та проблеми питання створення гідних умов праці // Соціальна політика. 2009. №2. С. 41–42.
18. Круи М., Марк Р.М., Галій Д. Основы риск-менеджмента. М.: Изд-во «Юрайт», 2011. – 400 с.
19. Лазарев С.В. Психология безопасности профессиональной деятельности. М.: Наука, 2007. – 216 с.
20. Мерви Муртонен. Оценка рисков на рабочем месте: пер. с фин. изд., подготовленного VTT, Тампере, Финляндия / науч. ред. Г.З. Файнбург. М.: Субрегиональное бюро Международной организации труда для стран Восточной Европы и Центральной Азии, 2007. – 47 с.
21. Настольная книга работодателя. Руководство по охране труда / Иванов В.Н. [и др.]. 3-е изд., перераб. и доп. Харьков: Форт, 2012. – 340 с.
22. Основы инженерной психологии / под ред. Б.Ф. Ломова. М.: Высш. шк., 1977. – 335 с.
23. Охрана труда. Сборник задач: учеб. пособие / Б.В. Дзюндзюк [и др.]. Харьков: ХНУРЭ, 2006. – 244 с.
24. Global Strategy on Occupational Health for All. The Way to Health at Work / World Health Organization. Geneva, 1995. – 560 p.
25. ISO 26000:2010 Guidance on Social Responsibility – Настанова по соціальній відповідальності // Международная организация по стандартизации. URL: <https://www.iso.org/ru/iso-26000-social-responsibility.html>.

Навчальне видання

СТИЦЕНКО Тетяна Євгенівна
ПРОНЮК Ганна Валеріївна
СЕРДЮК Наталія Миколаївна
ХОНДАК Інна Іванівна

«БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»

Навчальний посібник

для студентів усіх напрямів

Відповідальний випусковий Т.Є. Стиценко
Редактор Б.П. Косіковська
Комп'ютерна верстка Г.М. Голоднікова

План 2018 (друге півріччя), поз. 8.

Підп. до друку 27.06.18. Формат 60x84 1/16. Спосіб друку – ризографія.
Умов. друк. арк. 19,5. Облік.-вид. арк.16,0. Тираж 150 прим.
Ціна договірна Зам № 1-8.

ХНУРЕ. Україна. 61166, Харків, просп. Науки, 14

Віддруковано в редакційно-видавничому відділі ХНУРЕ
61166, Харків, просп. Науки, 14