



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 Гіпократ (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.

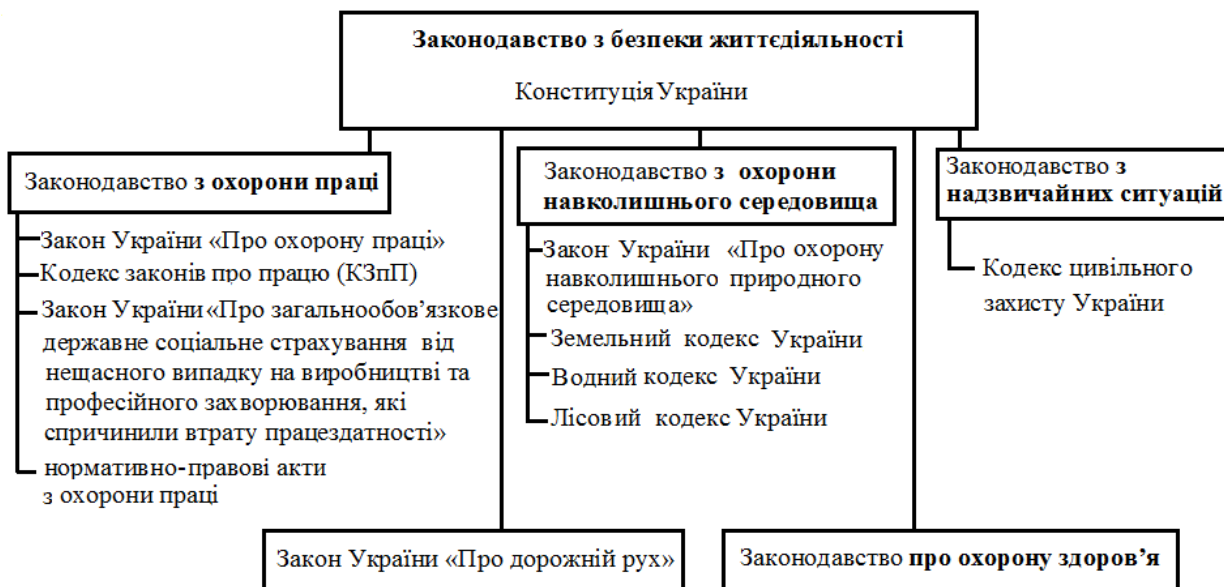


Рисунок 1.1 – Узагальнена структура законодавства з безпеки життєдіяльності

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 природозаповідний фонд України»;

– «Про тваринний світ»;

– «Про екологічну експертизу»;

– «Про захист рослин»;

– «Про рослинний світ»;

– підзаконних нормативно-правових актів, що видаються держаними 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.

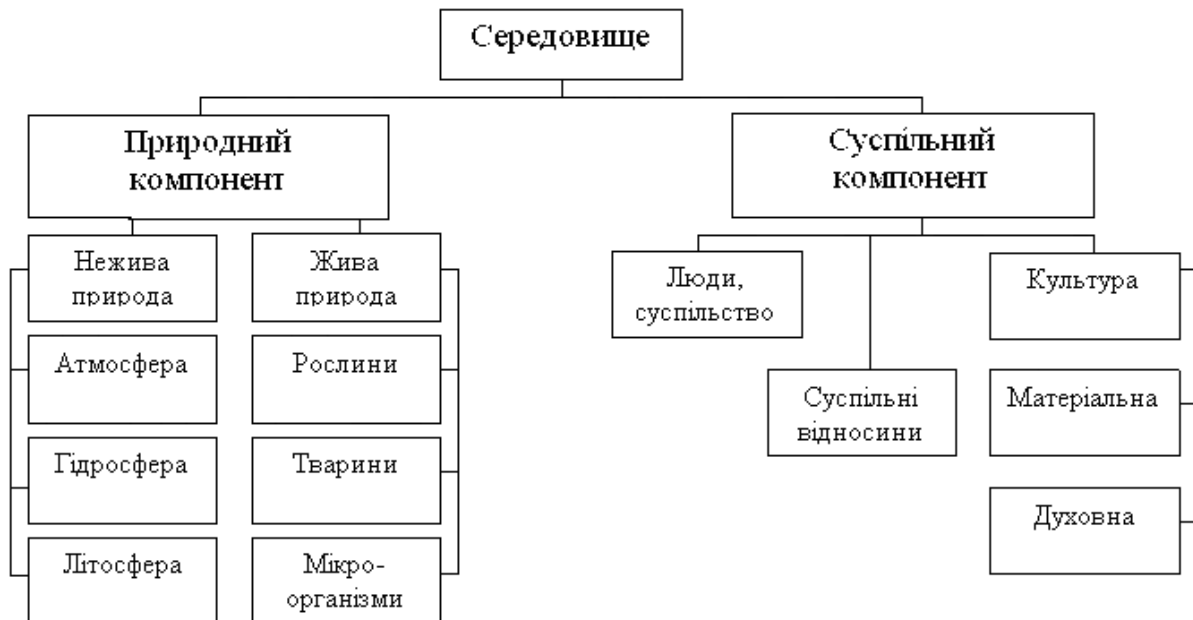


Рисунок 1.2 – Компоненти середовища людини і суспільства

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 обслуговування 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.

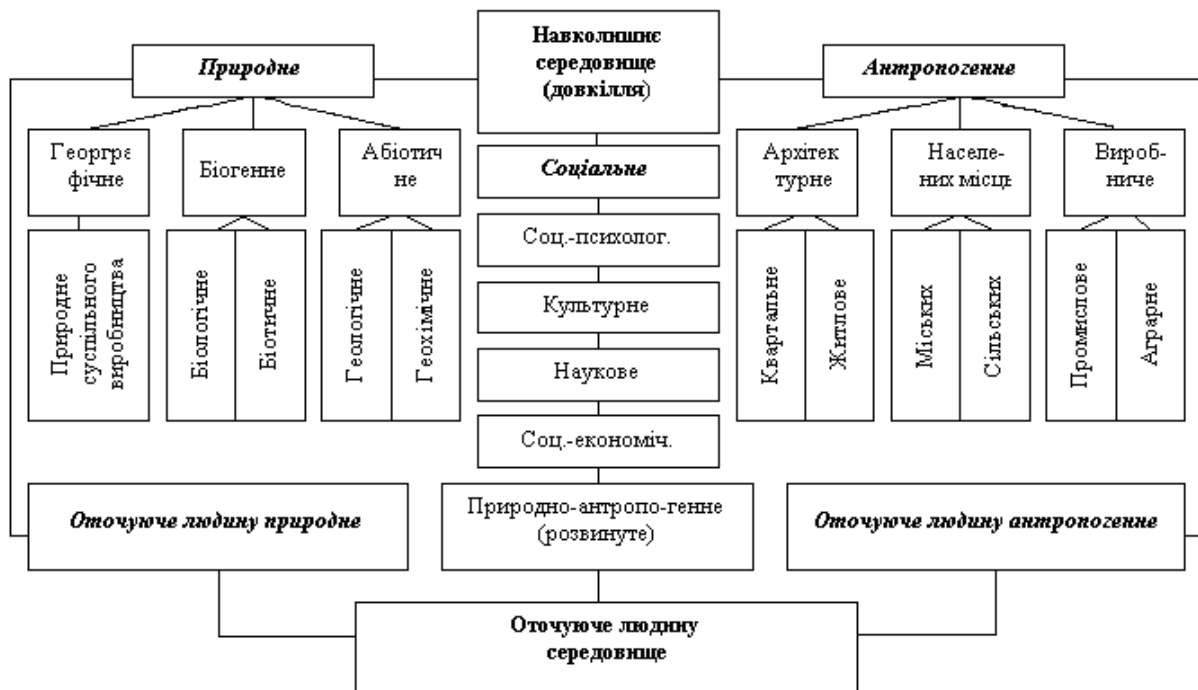


Рисунок 1.5 – Типологія поняття «навколишнє середовище»

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 міжнародних 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 приготованої 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):

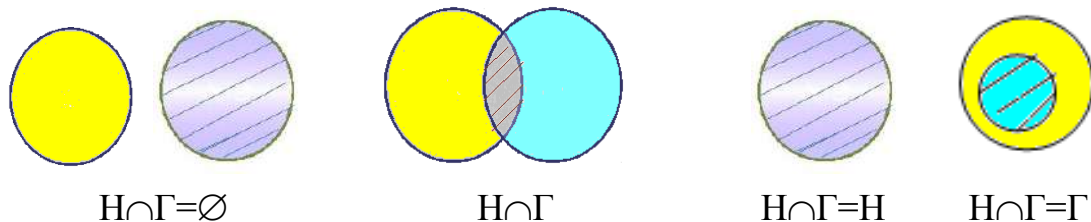


Рисунок 1.6 – Варіанти взаємного розташування гомосфери і ноксосфери

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-

совуюють 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, несучільні 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, сільфони 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. Знаходить 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 «сталий 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).

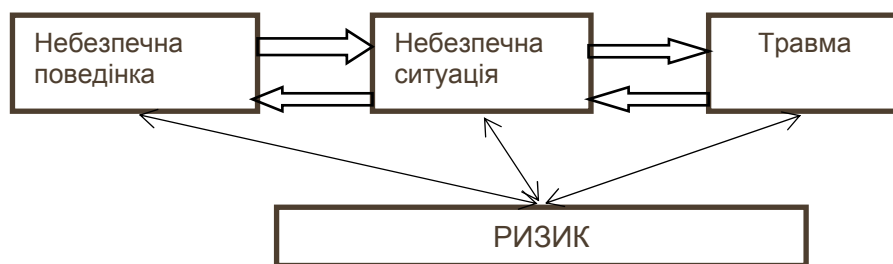


Рисунок 1.11 – Структура ризику

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.

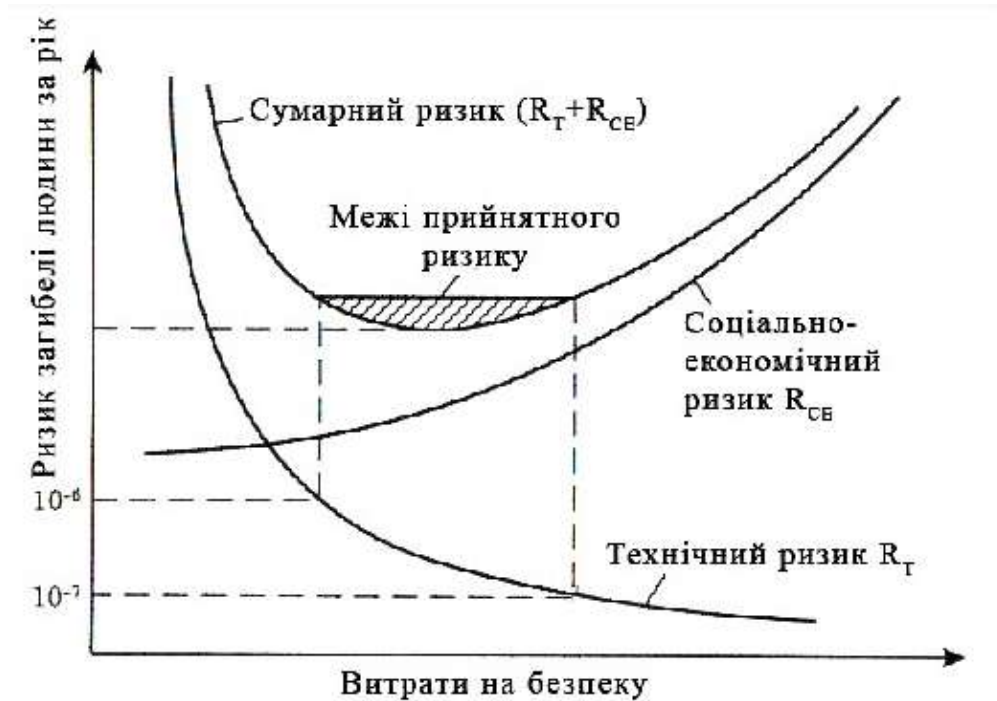


Рисунок 1.12 – Концепція прийнятності ризику

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.

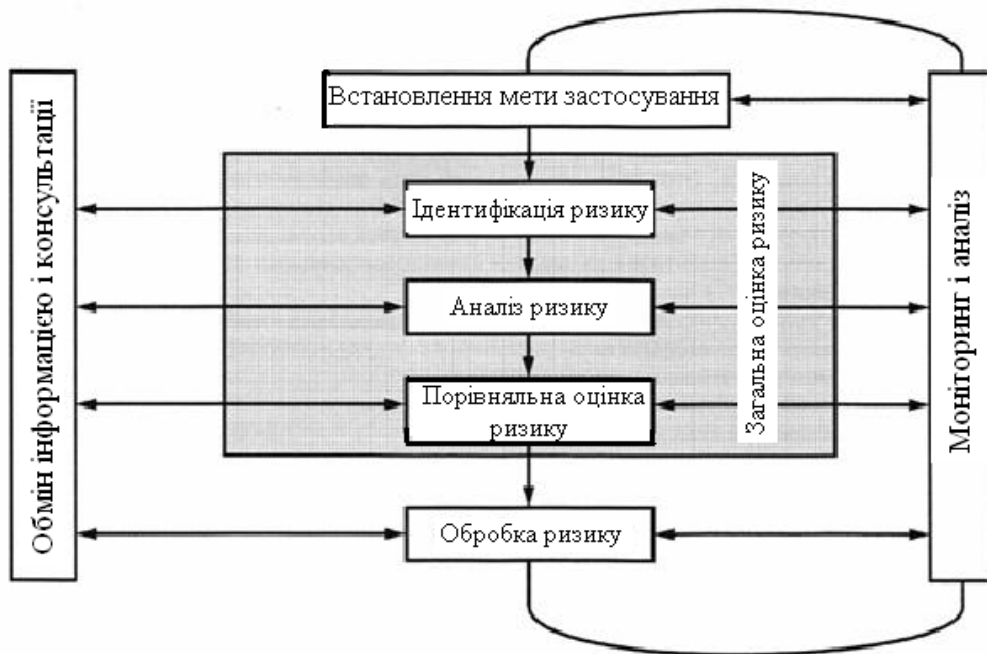


Рисунок 1.13 – Процес менеджменту ризику

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 прийнятного 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 зниження 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).

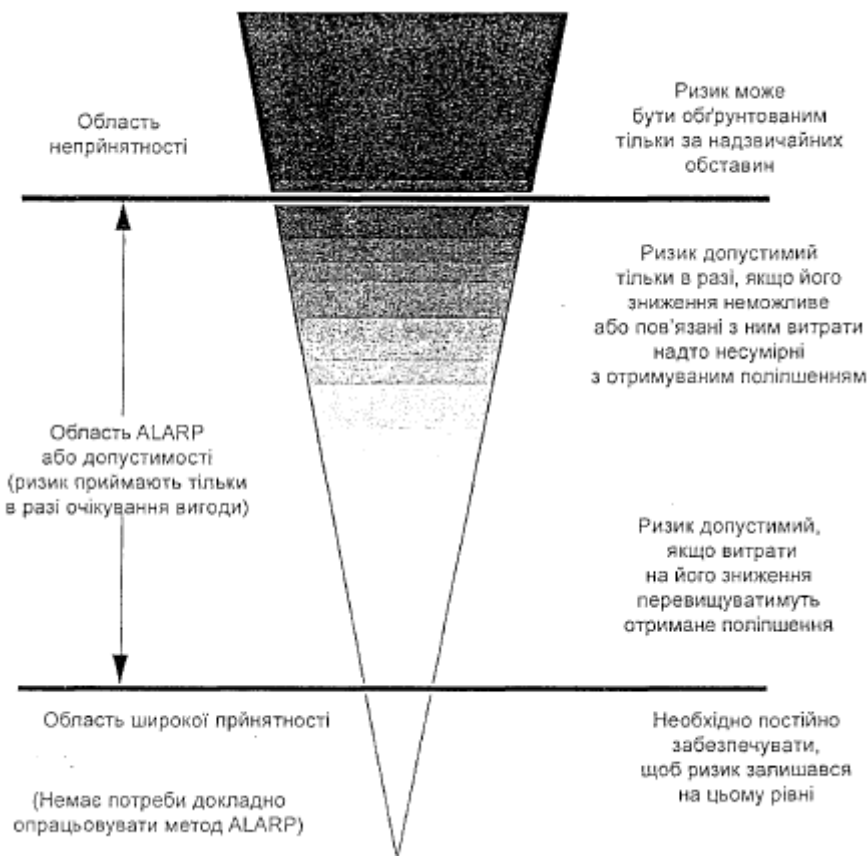


Рисунок 1.14 – Поняття ALARA (ALARP)

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.

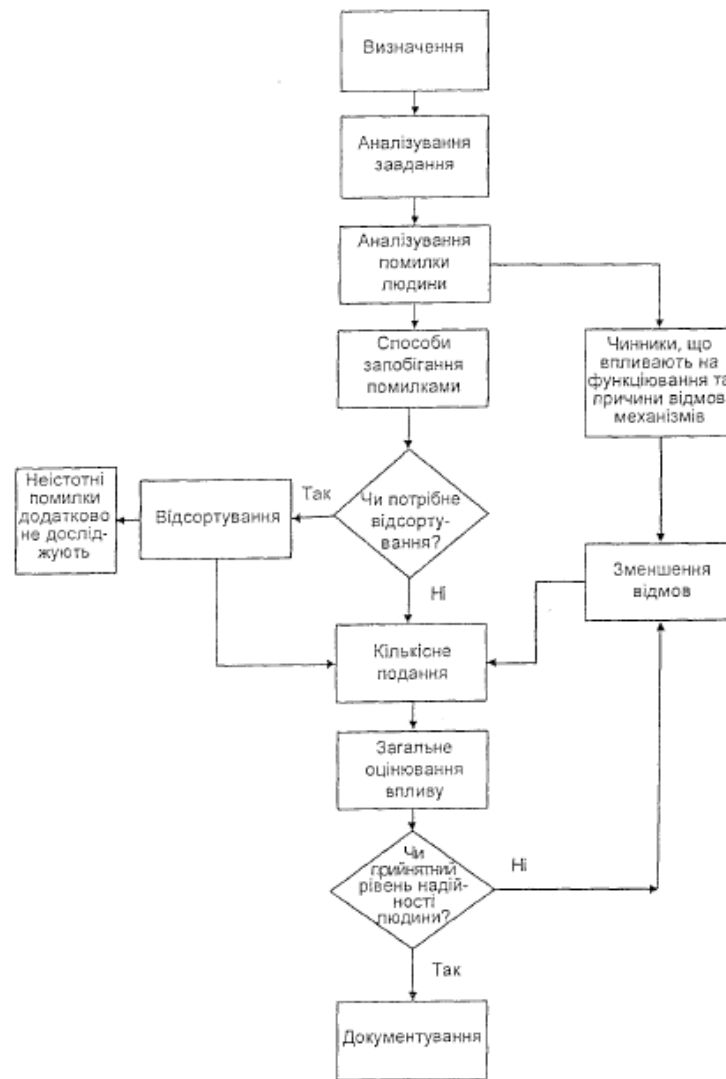


Рисунок 1.15 – Приклад загального оцінювання надійності людини

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.

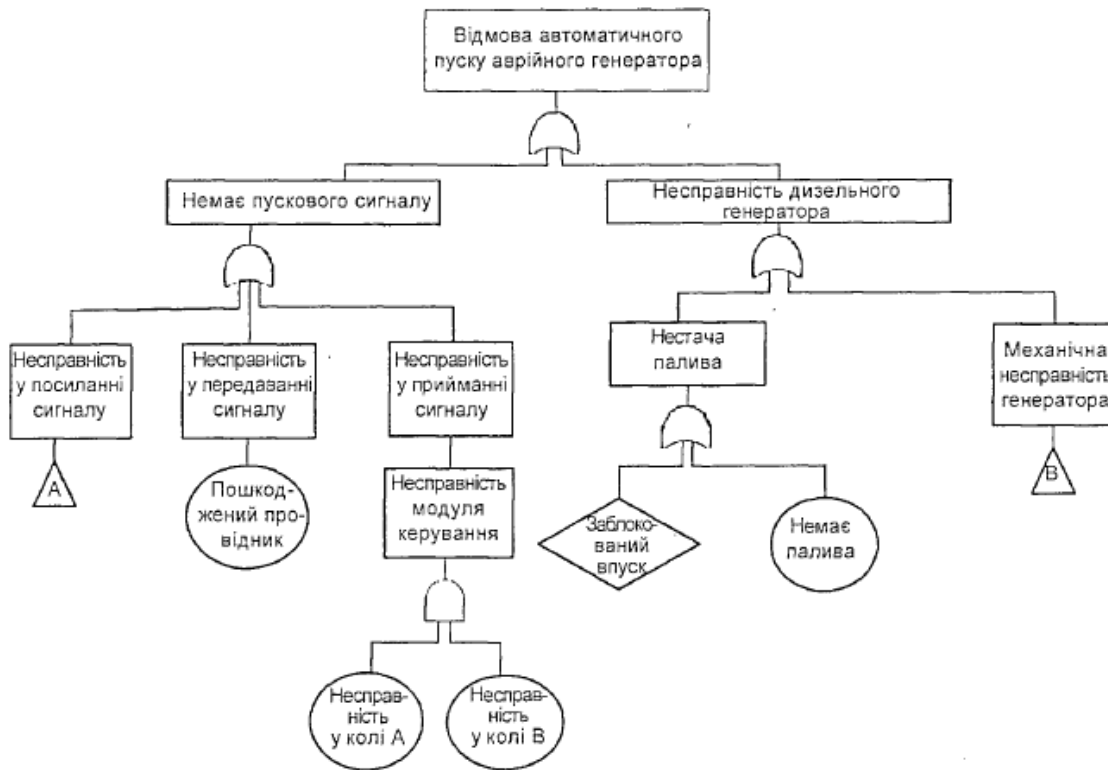


Рисунок 1.16 – Приклад побудови дерева несправностей

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).

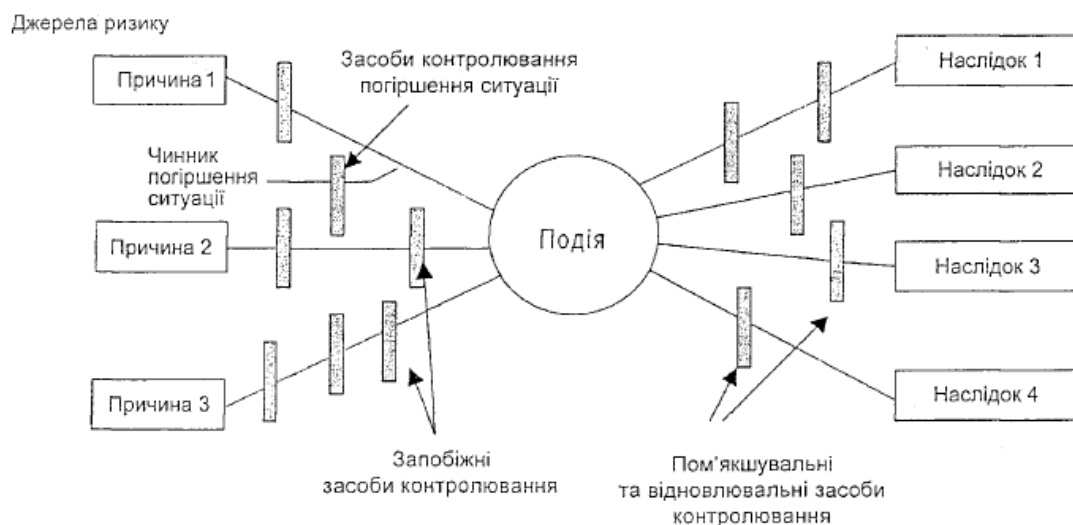


Рисунок 1.17 – Приклад діаграми «краватка–метелик»

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.

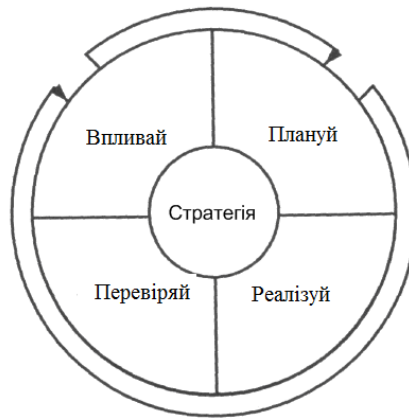


Рисунок 2.1 – Цикл Демінга

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 сталася 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, причепа, 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.

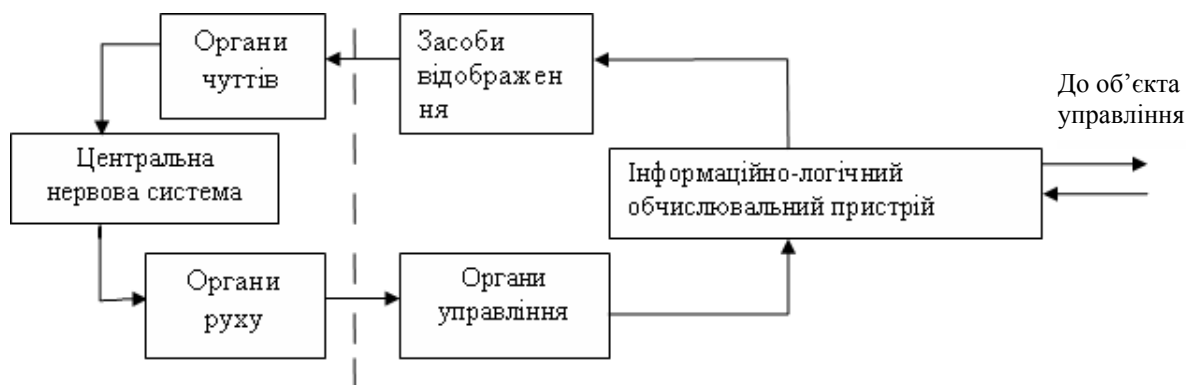


Рисунок 3.1 – Функціональна схема взаємодії людини і машини

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.

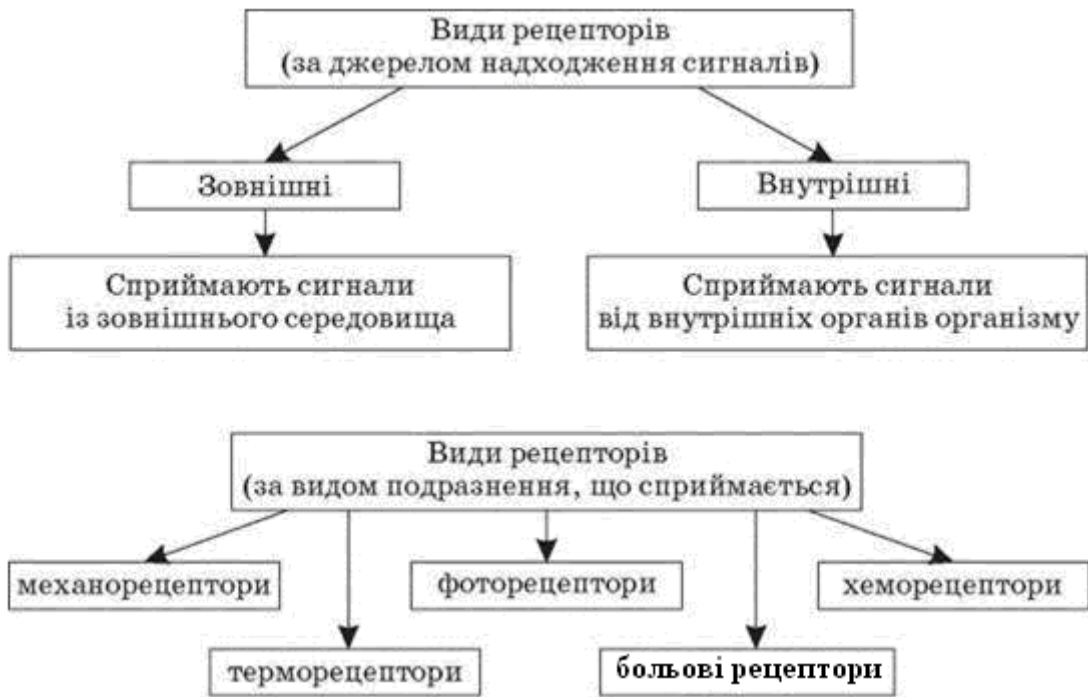


Рисунок 3.4 – Види рецепторів

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.

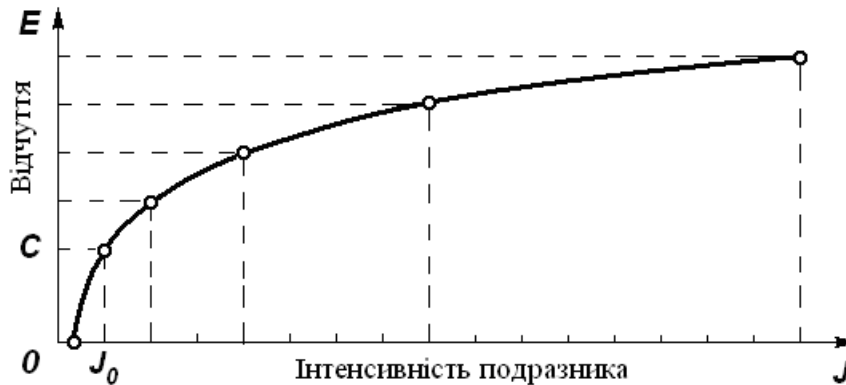


Рисунок 3.5 – Закон Вебера-Фехнера,
 J_0 – середньостатистичний поріг чутливості

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).

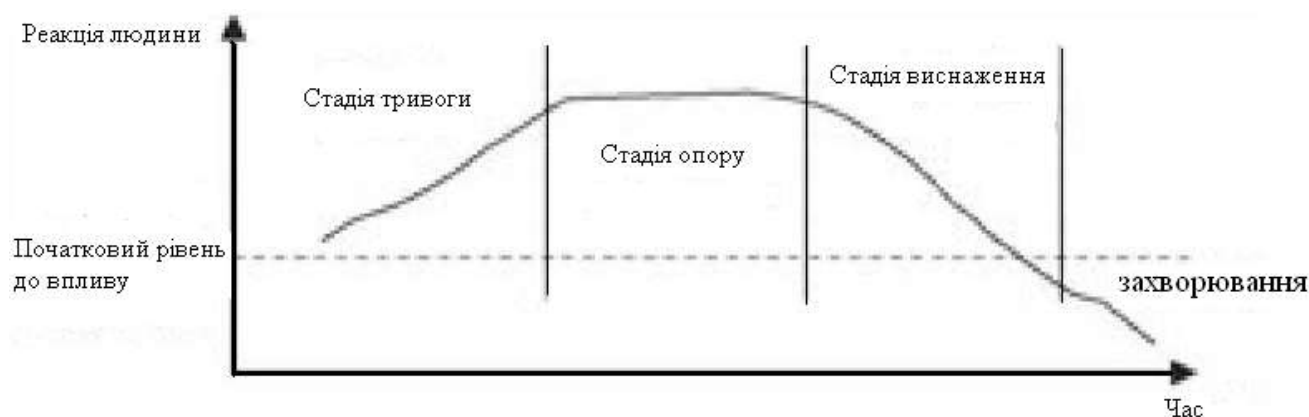


Рисунок 3.6 – Стадії розвитку стресу за Г. Сельє

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.

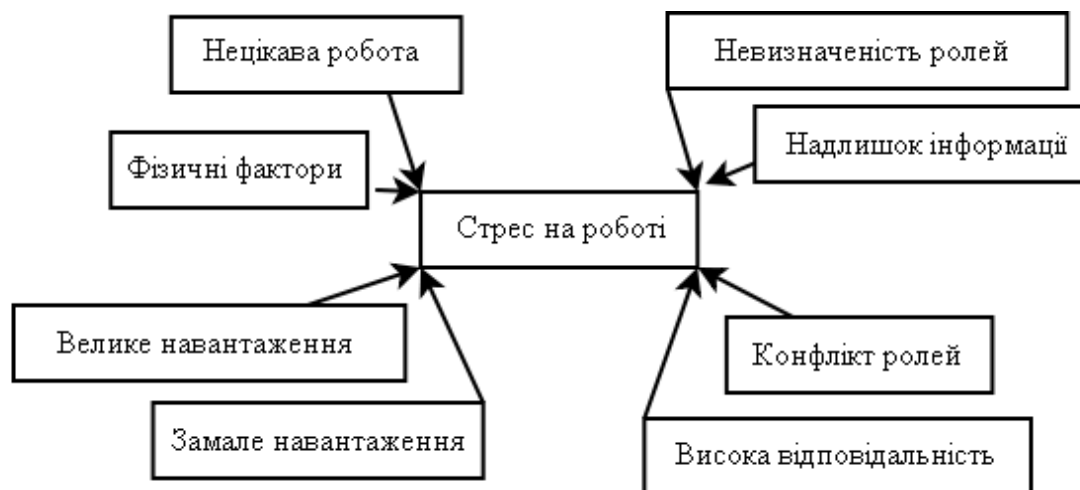


Рисунок 3.7 – Причини виникнення професійного стресу

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

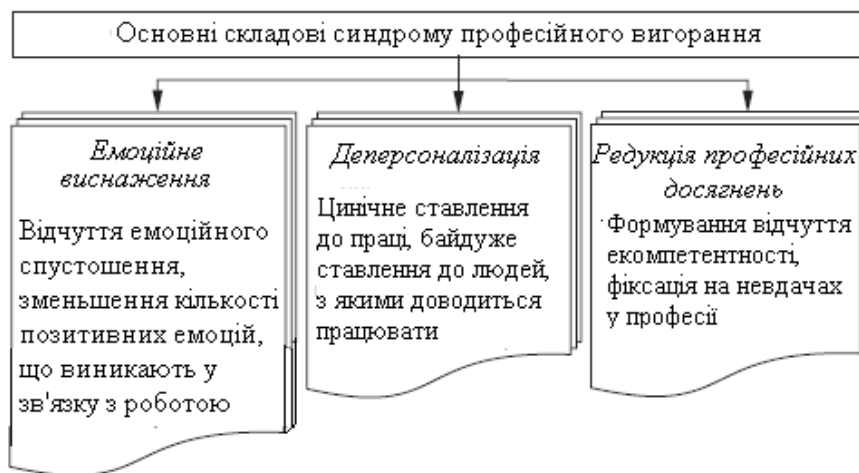


Рисунок 3.8 – Основні складові синдрому професійного вигорання

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.

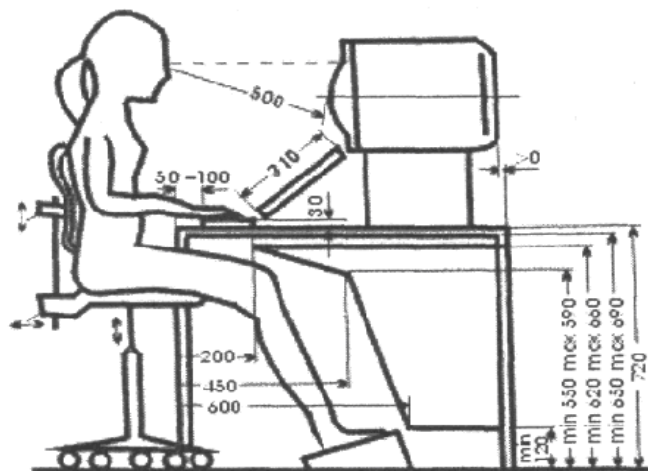


Рисунок 3.9 – Робочий стіл і розміщення користувача ПК

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.

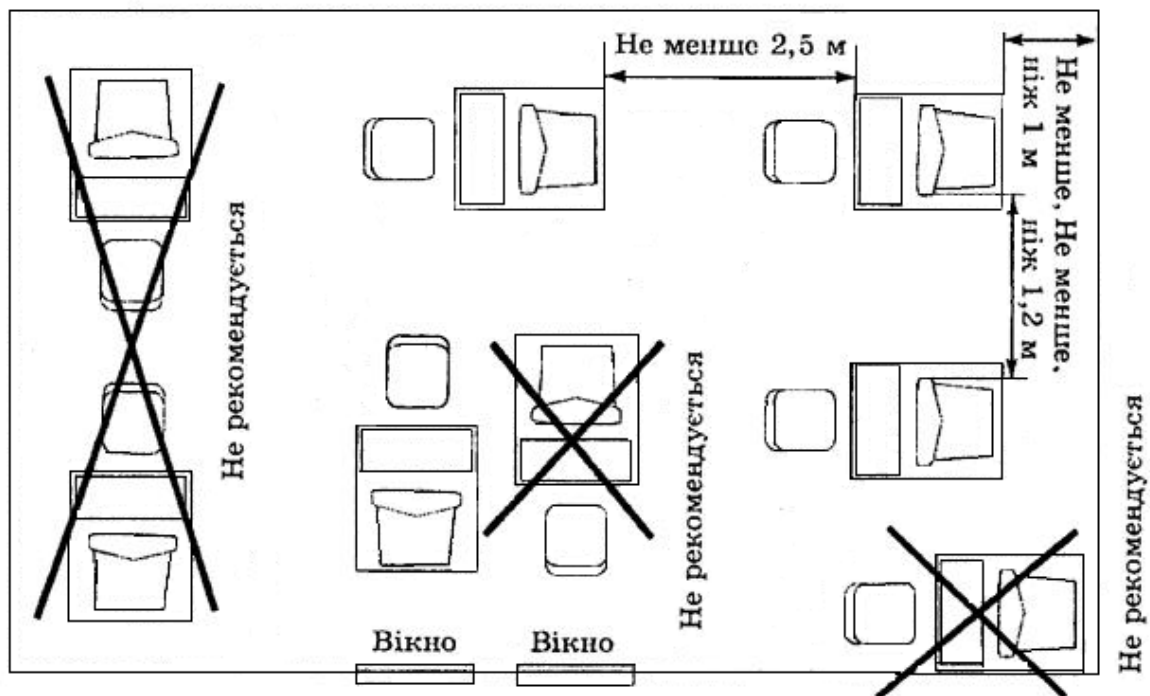


Рисунок 3.10 – Рекомендації щодо взаємного розташування робочих місць з ПК

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).

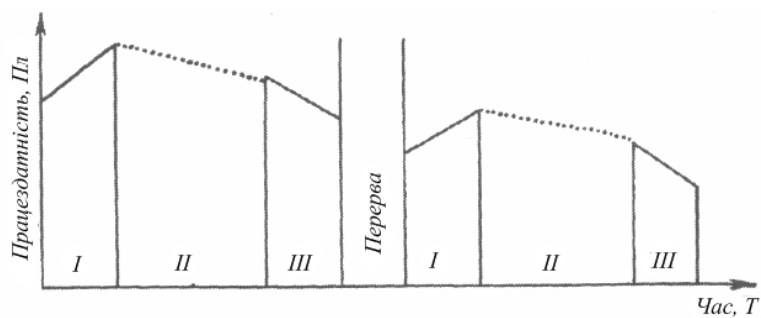


Рисунок 3.11 – Зміна працездатності людини протягом робочої зміни

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.

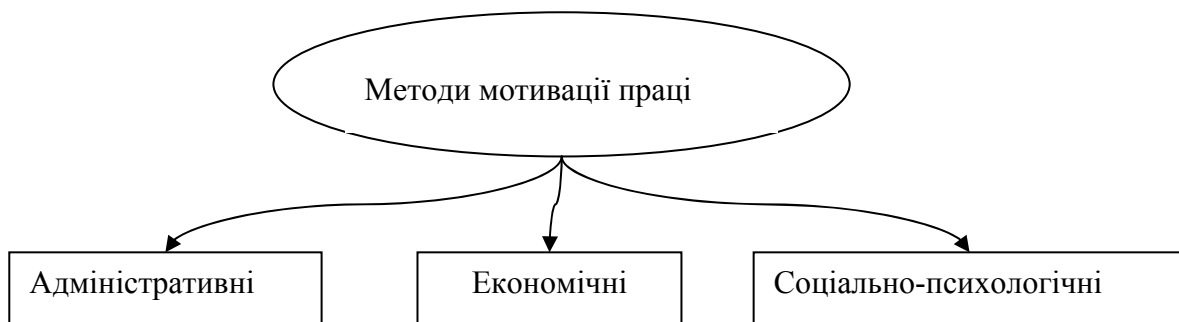


Рисунок 3.12 – Методи трудової мотивації персоналу

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.

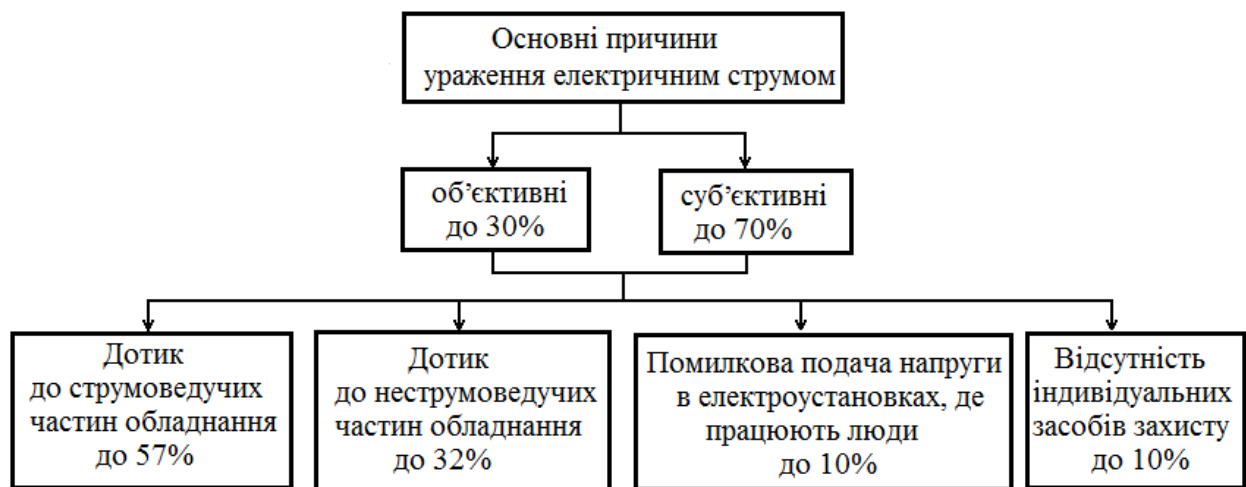


Рисунок 4.1 – Причини ураження електричним струмом

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.

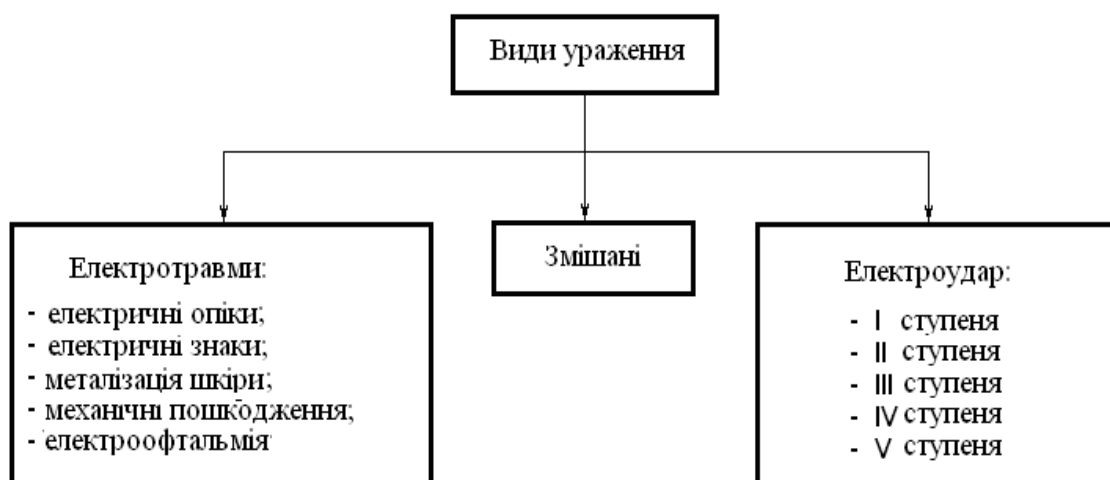


Рисунок 4.2 – Види ураження людини електричним струмом

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 збереженим диханням 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).

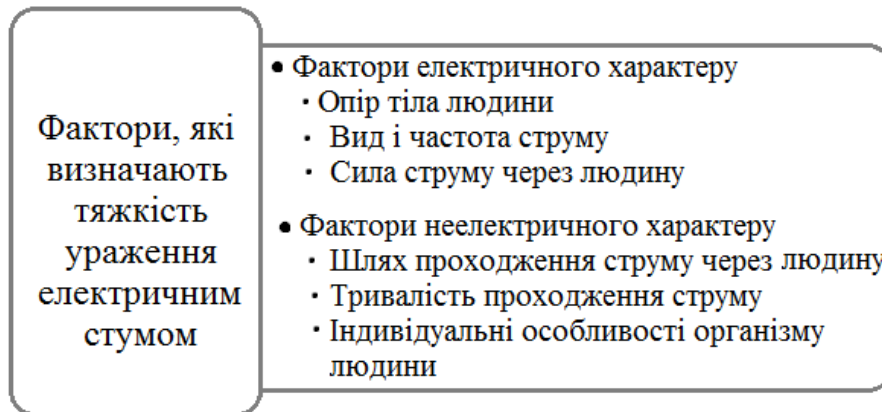


Рисунок 4.3 – Фактори, що визначають тяжкість ураження людини

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.

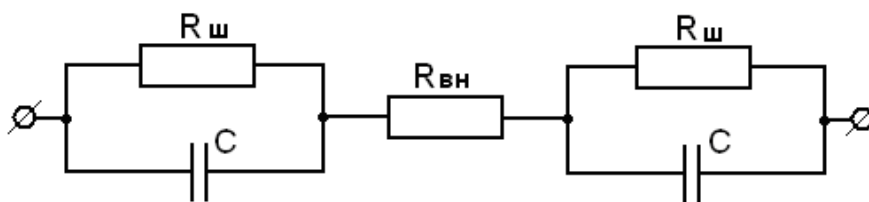


Рисунок 4.5 – Спрощена еквівалентна схема опору тіла людини:
 $R_{ш}$ – опір зовнішніх частин (шкіри); $R_{вн}$ – опір внутрішніх органів

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.

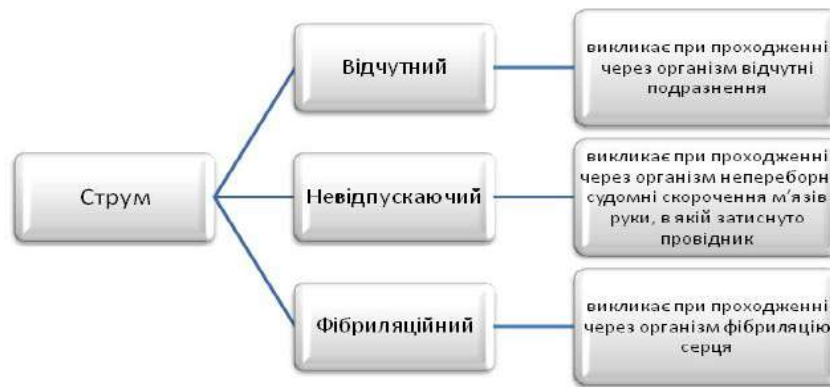


Рисунок 4.6 – Види електричного струму за силою

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.

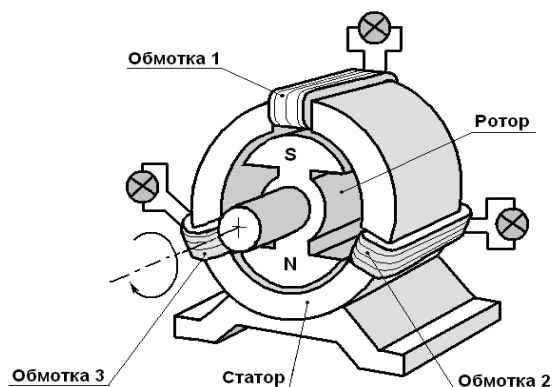


Рисунок 4.7 – Трифазний електромашинний генератор змінного струму (спрощений)

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).

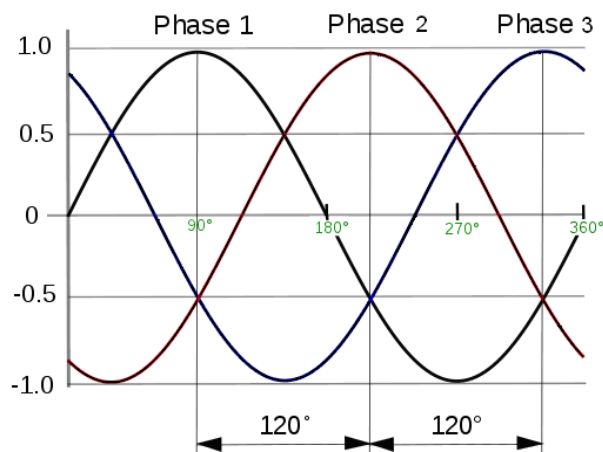


Рисунок 4.8 – Залежність напруг фаз від часу

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.

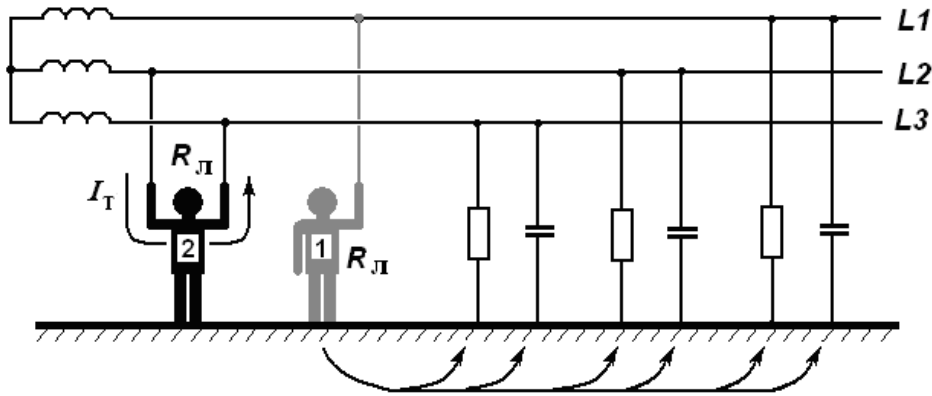


Рисунок 4.10 – Прямий однофазний (1) і двофазний (2) дотик на прикладі трифазної мережі змінного струму з ізольованою нейтраллю

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.

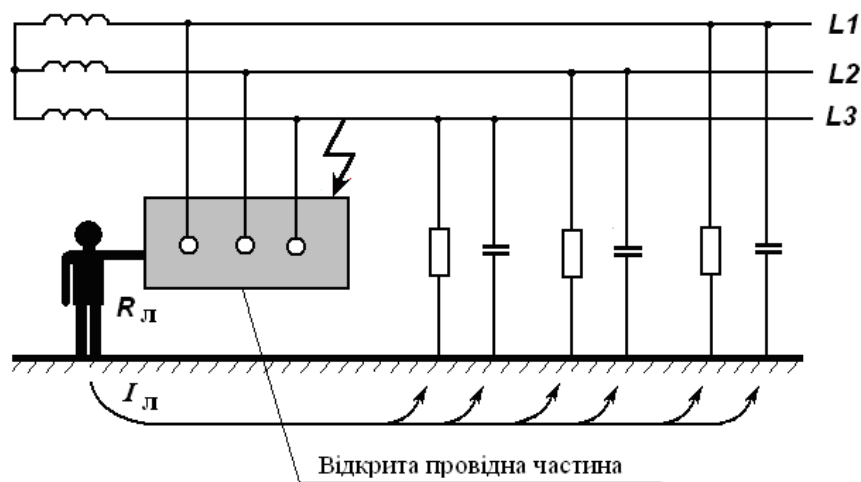


Рисунок 4.11 – Непрямий дотик на прикладі трифазної мережі змінного струму з ізольованою нейтраллю

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 непрямому дотику у загальному випадку зводиться до аналізу трифазних мереж змінного струму напругою до 1000В з ізольованою 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.

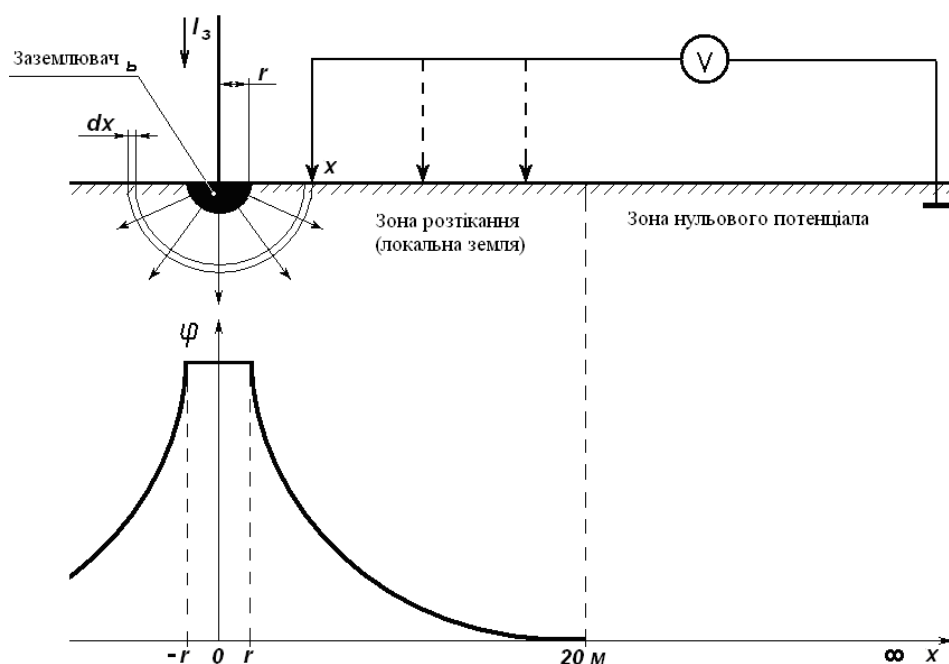


Рисунок 4.12 – Розтікання струму (зверху) і закон розподілу потенціалів (знизу) на поверхні ґрунту

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.

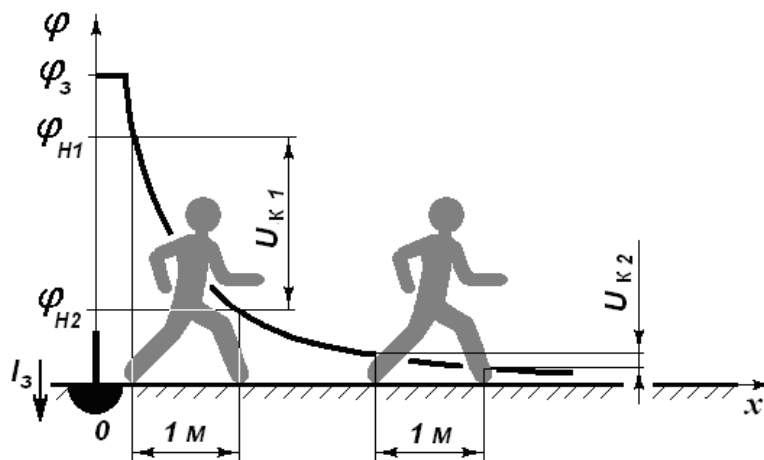


Рисунок 4.13 – Напруга кроку

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.

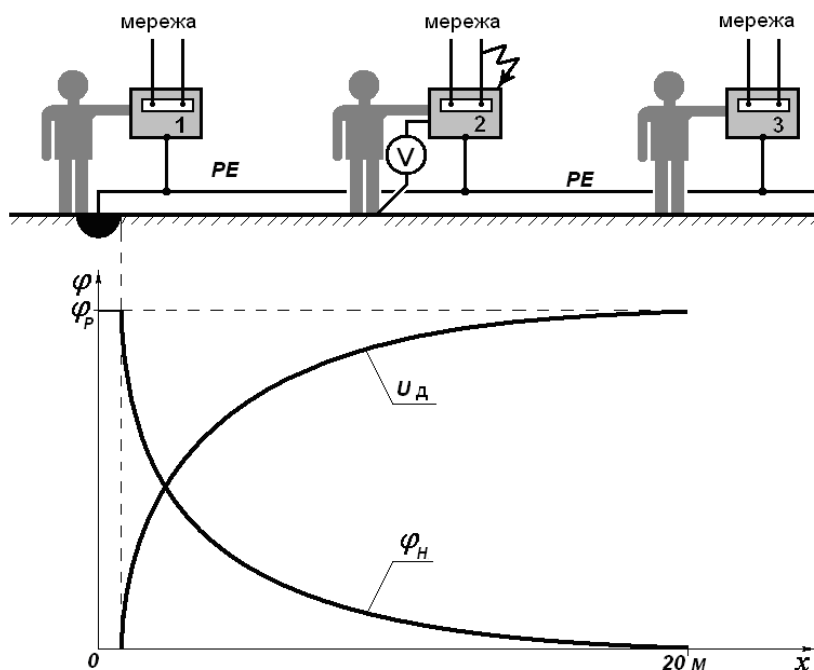


Рисунок 4.14 – Напряга дотику (одна з провідних частин – земля)

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:

$$U_{\partial} = \varphi_P - \varphi_H = \frac{I_3 \cdot \rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x} \right).$$

Позначимо

$$\alpha = \frac{1}{r} - \frac{1}{x} = 1 - \frac{r}{x} \quad (4.4)$$

та отримаємо напругу дотику:

$$U_{\partial} = \varphi_3 \cdot \alpha,$$

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»).

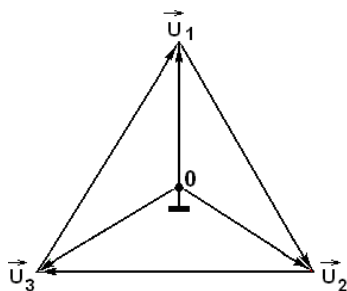


Рисунок 4.15 – Векторна діаграма напруг для трифазної мережі

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.

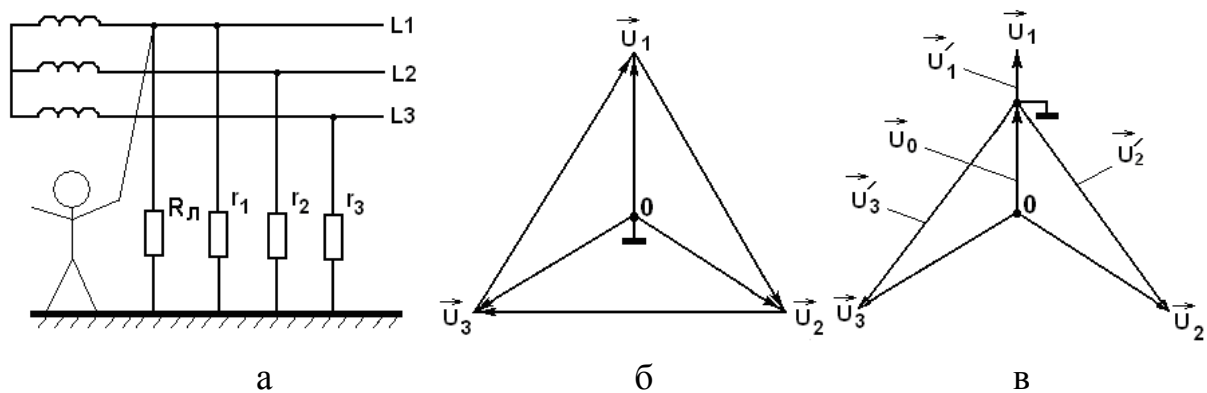


Рисунок 4.16 – Трифазна трипровідна мережа змінного струму з ізольованою нейтраллю при неповному замиканні на землю

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.

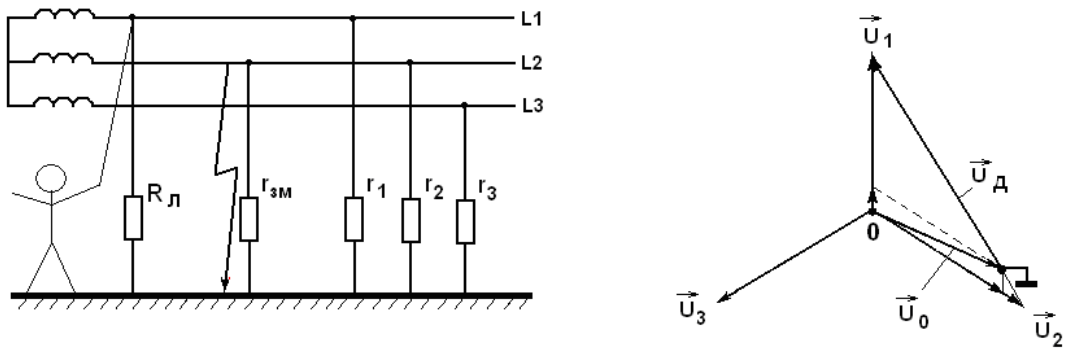


Рисунок 4.17 – Трифазна трипровідна мережа з ізольованою нейтраллю змінного струму при глухому замиканні на землю

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 ($r_{3M} \ll R_{л}$). Напруга, 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.

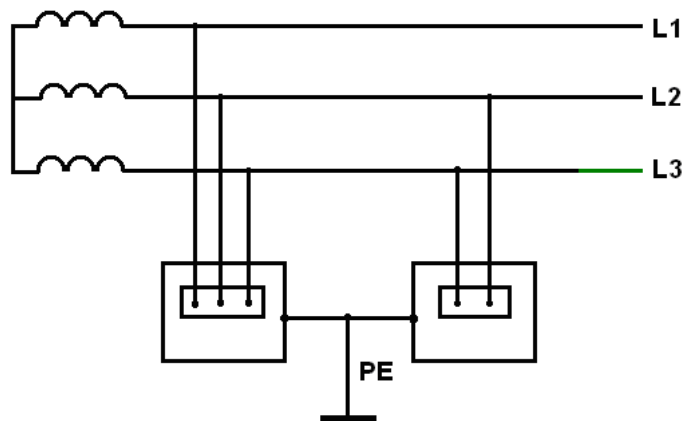


Рисунок 4.18 – Система IT

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).

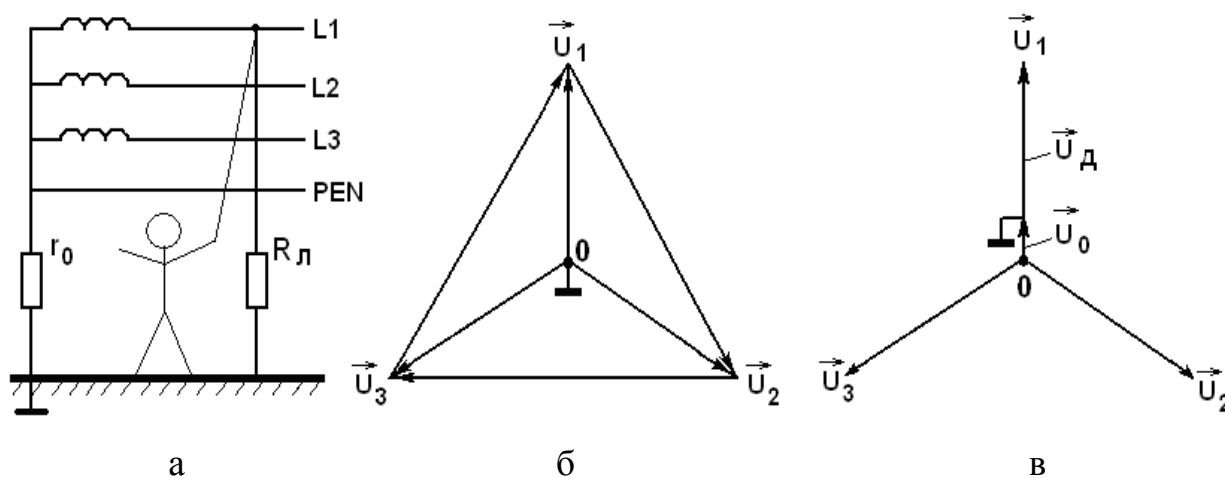


Рисунок 4.19 – Трифазна чотирипровідна мережа з глухозаземленою нейтраллю при неповному замиканні на землю

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}).

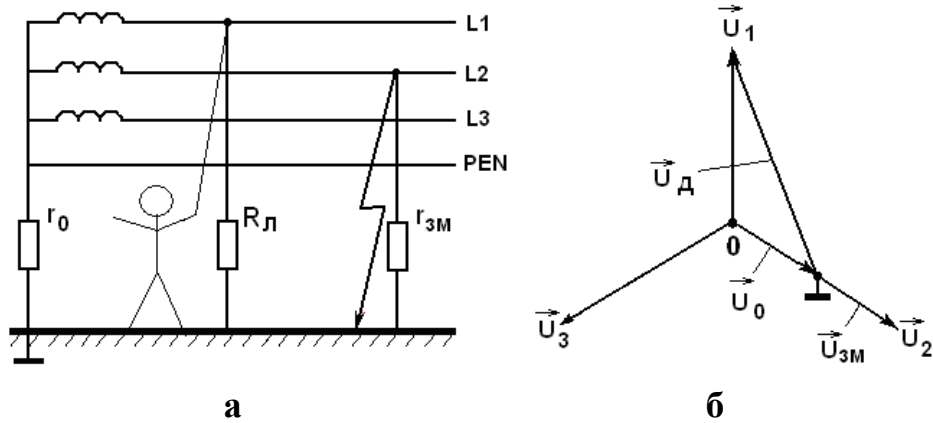


Рисунок 4.20 – Трифазна чотирипровідна мережа з глухо заземленою нейтраллю при глухому замиканні на землю

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.

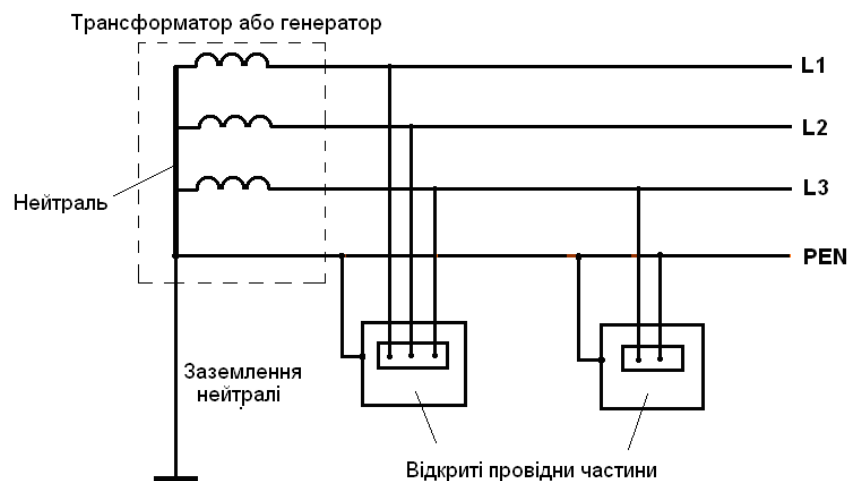


Рисунок 4.21 – Система TN–С

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).

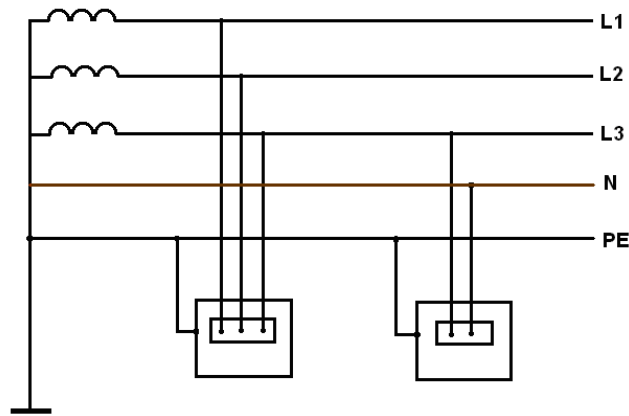


Рисунок 4.22 – Система TN-S

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).

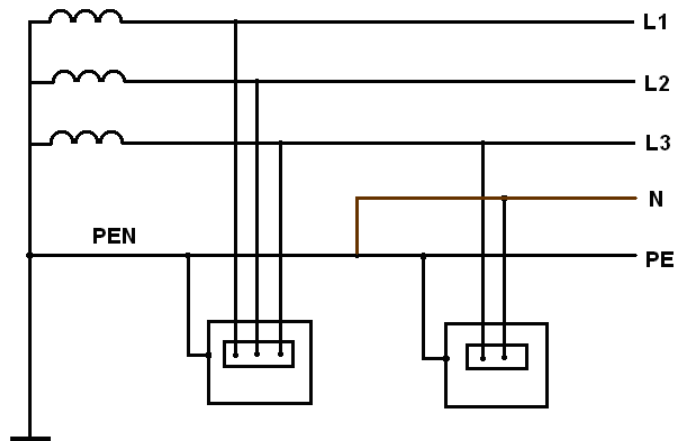


Рисунок 4.23 – Система TN-C-S

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** – струму, 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).

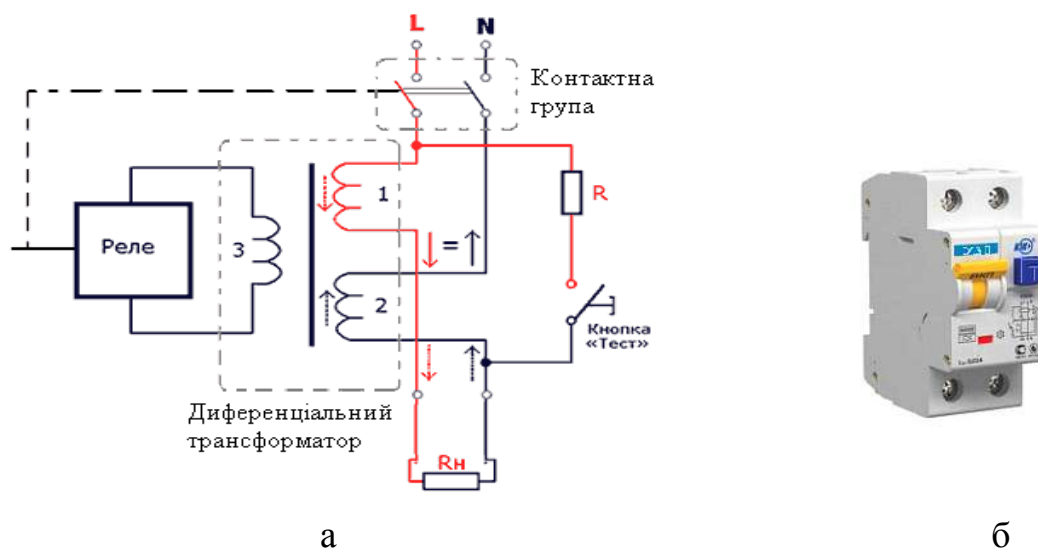


Рисунок 4.25 – Схема (а) і зовнішній вигляд (б) ПЗВ

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.

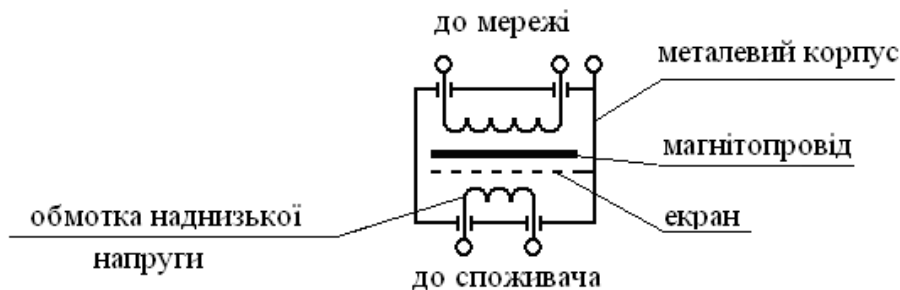


Рисунок 4.26 – Схема знижуючого трансформатора для однофазного електрообладнання

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.

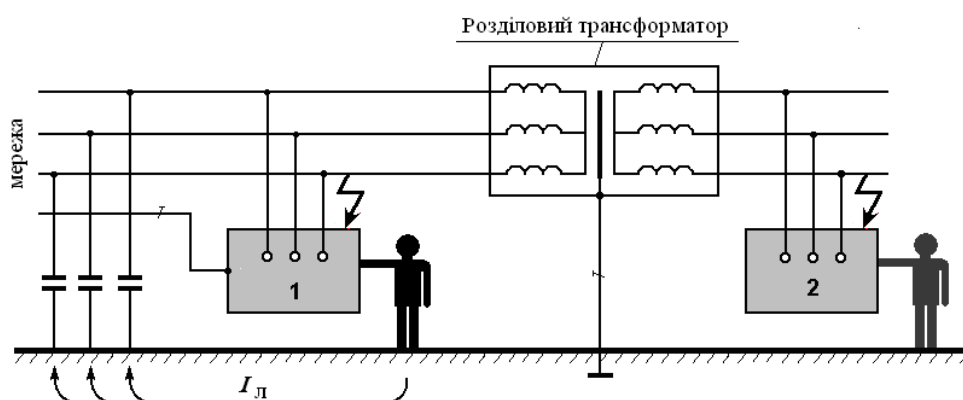


Рисунок 4.27 – Схема захисного розділення мережі для трифазного електрообладнання

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.

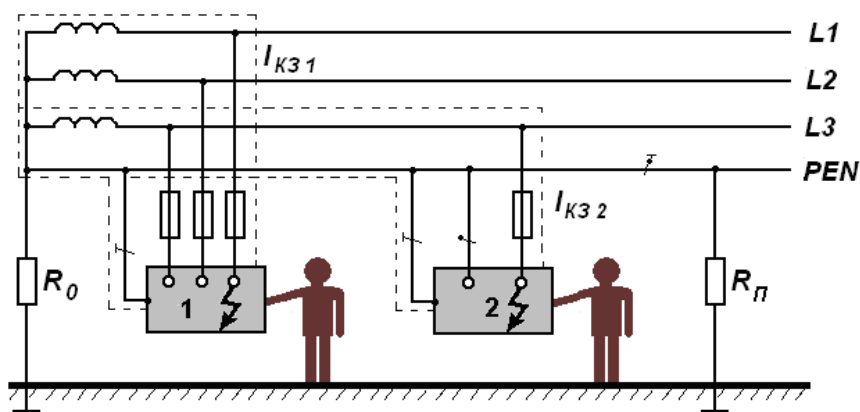


Рисунок 4.28 – Схема підключення електроустаткування

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 перевищував 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.

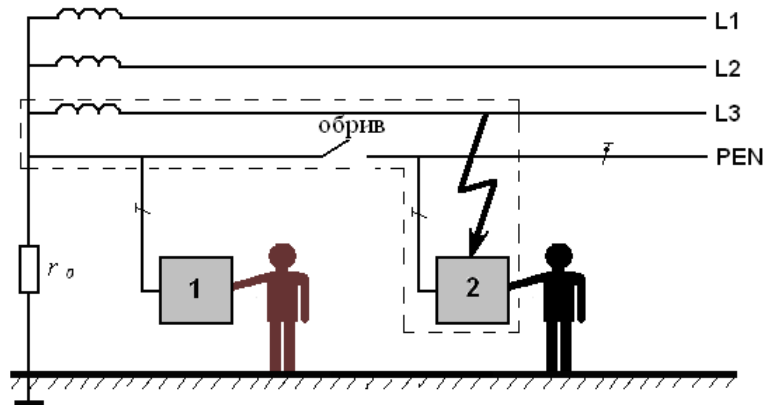


Рисунок 4.29 – Трифазна чотирипровідна мережа змінного струму з глухозаземленою нейтраллю без повторного заземлення PEN-провідника

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.

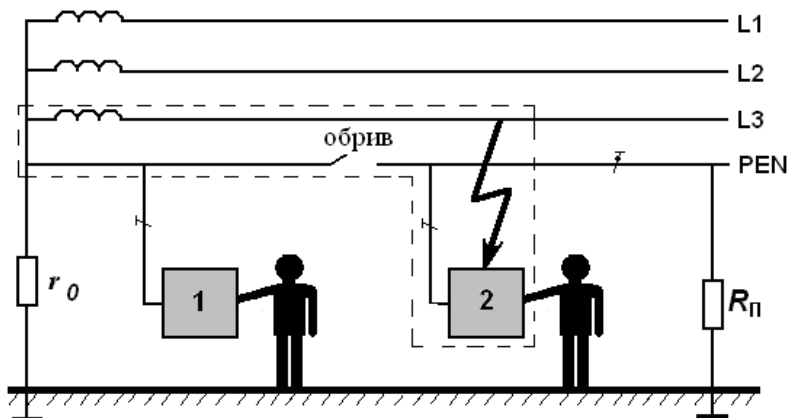


Рисунок 4.30 – Трифазна чотирипровідна мережа змінного струму з глухозаземленою нейтраллю і повторним заземленням PEN-провідника

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.

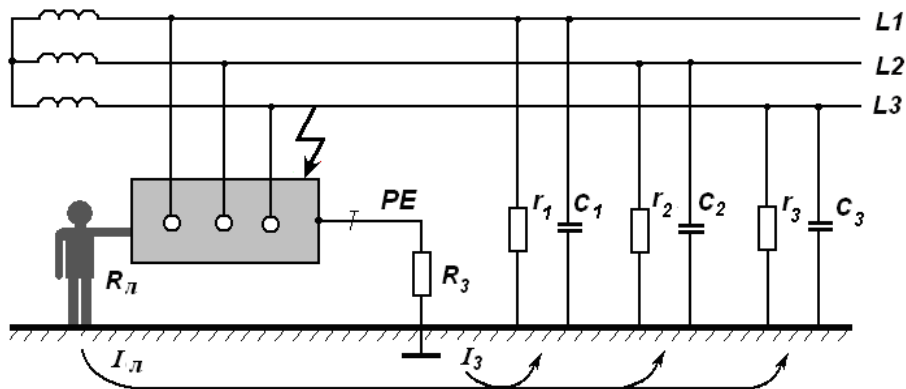


Рисунок 4.31 – Система заземлення IT в мережах трифазного змінного струму низької напруги з ізольованою нейтраллю

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.

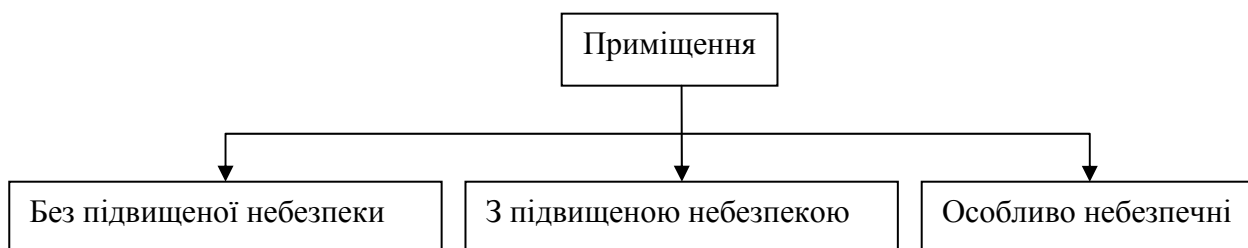


Рисунок 4.32 – Класифікація приміщень за ступенем небезпеки поразки електрострумом

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.

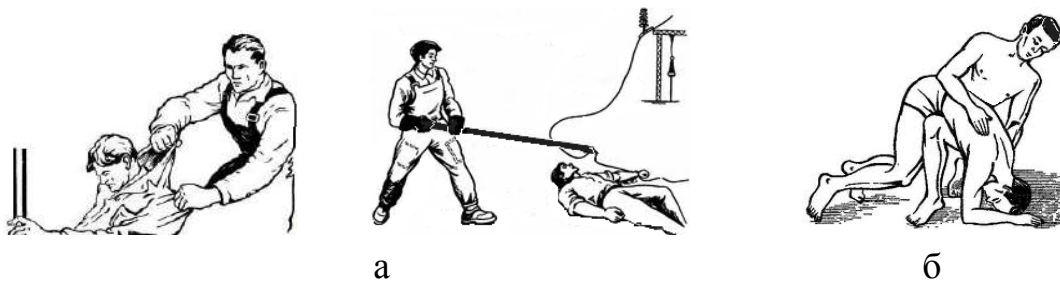


Рисунок 4.33 – Звільнення постраждалого від дії електроструму (а) та відновлювання перепускнуї здатності дихальних шляхів (б)

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 вдування 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 вдування 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 вогненебезпечна чи аварійна ситуація.

2) **Жовтий** – «увага» – цим кольором фарбують небезпечні зони устаткування, низько розташовані над проходами конструкції, виступи на підлогах, а також засоби внутрішньо 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.

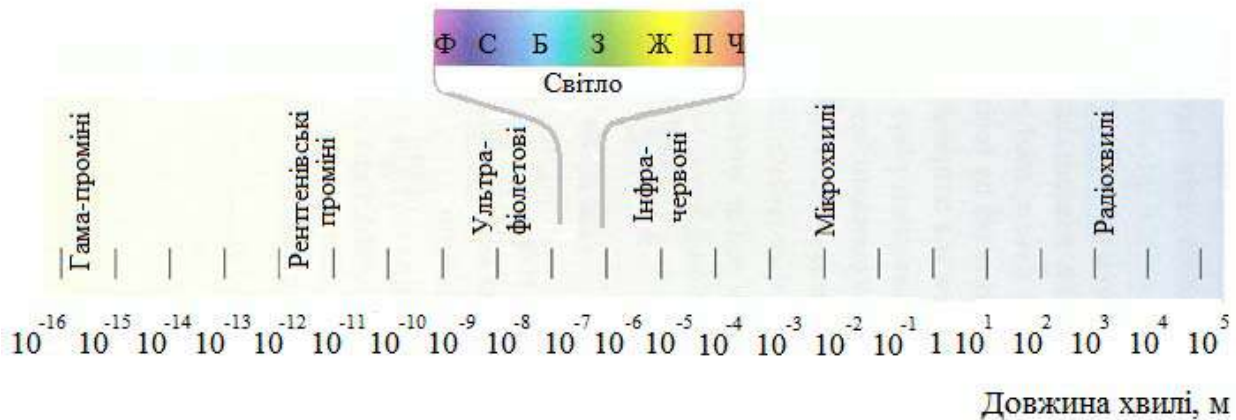


Рисунок 4.34 – Спектр природного електромагнітного випромінювання

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:

$$\vec{J} = \vec{E} \times \vec{H}.$$

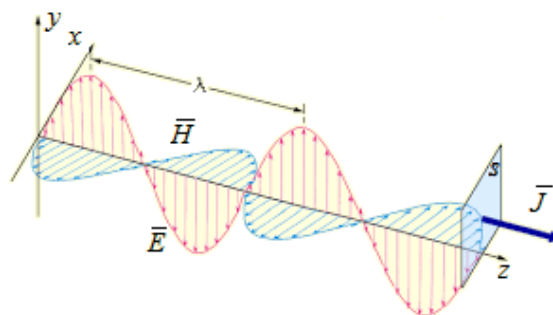


Рисунок 4.35 – Випромінювання сферичної електромагнітної хвилі в просторі

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 акомодатції, 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).

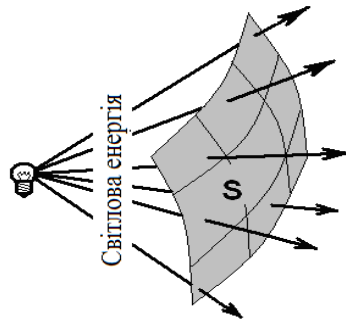


Рисунок 4.38 – Світловий потік

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):

$$J = \frac{\Phi}{w},$$

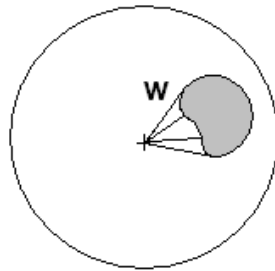


Рисунок 4.39 – Тілесний кут

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.

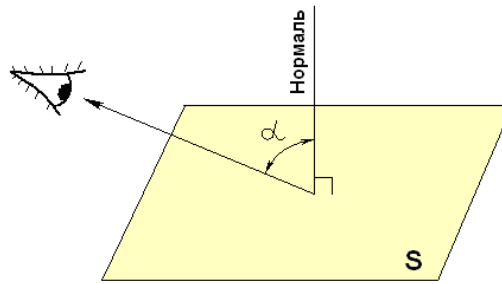


Рисунок 4.40 – Яскравість

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 10000 лк .

Пульсація 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.

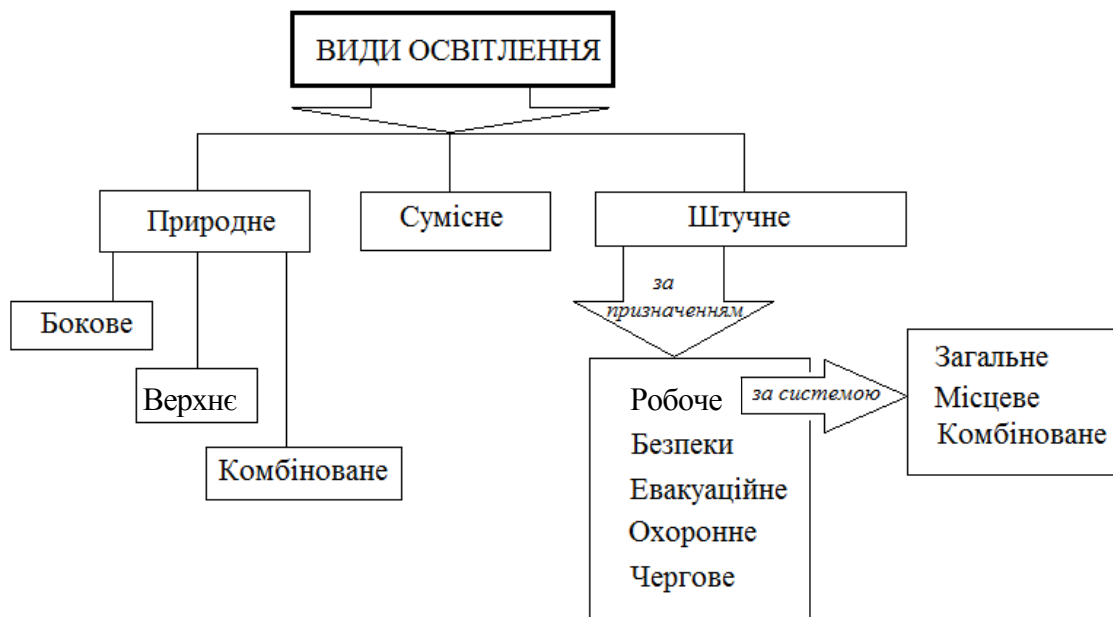


Рисунок 4.41 – Види освітлення

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-