

Є. А. Бондаренко

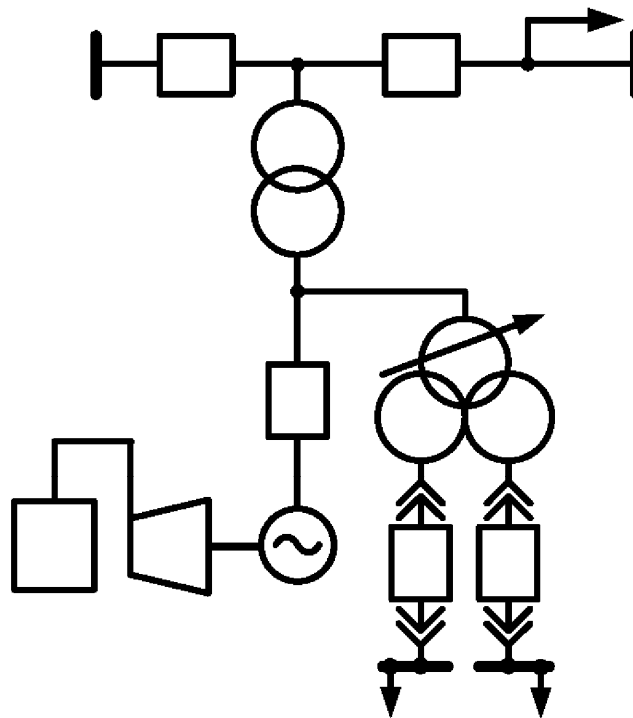
ОХОРОНА ПРАЦІ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

ОХОРОНА ПРАЦІ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

Електронний навчальний посібник
комбінованого (локального та мережного) використання



Вінниця
ВНТУ
2022

УДК 614.8(075)
Б81

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол №9 від 28.04.2022 р.)

Рецензенти:

В. А. Матвійчук, доктор технічних наук, професор

В. Р. Сердюк, доктор технічних наук, професор

В. М. Кутін, доктор технічних наук, професор

Бондаренко, Є. А.

Б81 Охорона праці в електроенергетиці : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / Бондаренко Є. А. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – 138 с.

У навчальному посібнику викладено теоретичні та практичні відповіді на питання щодо втілення системного та ризику орієнтованого підходу на підприємствах енергетичної галузі України для підвищення рівня електробезпеки, а також надання варіантів вирішення цієї проблеми в існуючих умовах: використання міжнародних стандартів з питань безпеки праці, систематизації та використанні вже напрацьованих методів та заходів захисту життя, здоров'я та працездатності електротехнічного персоналу під час виконання робіт. Наведено порядок побудови системи управління охороною праці в електроенергетиці з обґрунтуванням заходів безпеки під час експлуатації та технічного обслуговування електроустановок.

Посібник призначено для студентів вищих навчальних закладів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка під час підготовки магістрів, а також може бути корисним для фахівців-електриків, які організують експлуатацію та експлуатують електроустановки.

УДК 621.31.004:658.382(08)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 МІЖНАРОДНІ НОРМИ, ЗАКОНОДАВЧА ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА УКРАЇНИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ В ГАЛУЗІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ	11
1.1 Використання світового досвіду в Україні щодо організації роботи з охорони праці.....	11
1.2 Загальна характеристика національної законодавчої нормативно-правової бази з охорони праці	14
1.3 Аналіз правових та нормативних актів з охорони праці у сфері енергетики.....	15
1.4 Державний нагляд і контроль в електроенергетиці.....	20
2 СТАН УМОВ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ	23
2.1 Загальна характеристики умов праці	23
2.2 Гігієнічні критерії оцінювання умов праці.....	26
2.3 Приклад оцінювання умов праці для здоров'я електромонтерів з ремонту та монтажу кабельних ліній.....	31
Запитання для самоконтролю	36
3 ПРОБЛЕМИ ПРОФІЛАКТИКИ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ	37
3.1 Стан виробничого травматизму в енергетичній галузі.....	37
3.2 Організація розслідування нещасних випадків, які сталися на підприємстві.....	42
3.2.1 Організація роботи комісії з проведення розслідування нещасних випадків	44
3.2.2 Процедура розслідування та обліку нещасних випадків	44
3.2.3 Нюанси спеціального розслідування	46
3.3 Класифікація причини виробничого травматизму та методів його аналізу.....	47
3.4 Особливості електротравматизму та фактори, що обумовлюють його наслідки	54
3.4.1 Особливості електротравматизму	56
3.4.2 Дія електрики на організм людини. Види електротравм.....	57
3.4.3 Чинники, які впливають на тяжкість ураження у випадках електротравматизму, та їх кількісні характеристики	60
3.4.4 Концепція (політика) електробезпеки та основні етапи аналізу ризику електротравматизму	65
Запитання для самоконтролю	67
4 ПОРЯДОК ПОБУДОВИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКООРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ	69
4.1 Системний підхід в процесі організації охорони праці у сфері	

«Електроенергетика»	69
4.2 Модельне подання управління охороною праці у сфері «Електроенергетика»	72
4.3 Характеристика системи передачі електричної енергії щодо її безпечної експлуатації	74
4.4 Загальна характеристика споживачів електричної енергії	77
4.5 Організаційна структура функціонування ринку електричної енергії ПЕК України	82
4.6 Система управління охороною праці та промислової безпеки на підприємствах галузі	84
Запитання для самоконтролю	86
5 ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК	87
5.1 Організаційні заходи із забезпечення електробезпеки на підприємствах енергетичної галузі	87
5.1.1 Вимоги до персоналу	87
5.1.2 Кваліфікаційні групи з електробезпеки	89
5.1.3 Організація робіт під час оперативного обслуговування електроустановок	90
5.1.4 Організація робіт під час оперативного перемикання електроустановок	92
5.1.5 Технологічна послідовність організаційних дій з підготовки робочих місць і допуску до виконання робіт в електроустановках	97
5.2 Технічні заходи, що створюють безпечні умови виконання робіт ..	98
5.2.1 Послідовність виконання технічних заходів	98
5.2.2 Вимикання (знімання) напруги	100
5.2.3 Вивішування плакатів безпеки, огороження робочого місця ..	102
5.2.4 Перевірка відсутності напруги	105
5.2.5 Встановлення заземлень	107
6 МІНІМІЗАЦІЯ РИЗИКУ ПРОФЕСІЙНОГО ЕЛЕКТРОТРАВМАТИЗМУ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК	111
6.1 Приклад теоретичного обґрунтування вибору заходів електробезпеки на електричних станціях, підстанціях та мережах надвисоких класів напруги	111
6.3 Класифікація методів оцінювання професійних ризиків електротравматизму для персоналу електричних станцій та систем	120
Запитання для самоконтролю	124
7.1 Аналіз існуючої системи технічного обслуговування і ремонту трансформаторних підстанцій	125
7.2 Стратегія ризик менеджменту для подальшого вдосконалення експлуатації електрообладнання шляхом підвищення якості та ефективності системи технічного обслуговування і ремонту	126
7.3 Менеджмент системи електробезпеки щодо мінімізації ризику дії	

електромагнітного поля на персонал під час експлуатації електрообладнання підстанцій напругою 220-750 кВ.....	131
Запитання для самоконтролю	134
Список рекомендованої літератури.....	136

Перелік умовних скорочень

- АД** – асинхронний двигун;
АЕС – атомна електростанція;
АСК – автоматизована система керування;
БЩК – блочний щит керування;
ВДЕ – відновлювальні джерела енергії;
ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я;
ВРУ – відкрита розподільна установка;
ВЧ – високочастотний зв'язок;
ГДР – гранично допустимі рівні;
ГЕС – гідравлічна електростанція;
ГПЗ – гостре професійне захворювання;
ГЩК – головний щит керування;
ДСНС – державна служба України з надзвичайних ситуацій;
ДСТУ – державний стандарт України;
ЕМП ПЧ – електромагнітне поле промислової частоти;
ЕЕ – електрична енергія;
ЕУ – електроустановка;
ЄС – Європейське Співтовариство;
ЗРУ – замкнена розподільна установка;
КРУ (КРУЗ) – комплектне розподільне устаткування внутрішньої (зовнішньої) установки;
КТП – комплектна трансформаторна підстанція;
ЛЕП – лінія електропередачі;
МАГАТЕ – міжнародне агентство з атомної енергії;
МОР – матриця оцінювання ризику;
МЕК – міжнародна електротехнічна комісія;
МОП – Міжнародна Організація Праці;
НВ – нещасні випадки;
НВН – надвисока напруга;
НПАОП – нормативно-правові акти з охорони праці;
ОЕС – об'єднана енергетична система;
ОВБ – оперативно-виїзна бригада;
ПА – протиаварійна автоматика;
ПБ – правила безпеки;
ПЕГ – підприємства енергетичної галузі;
ПЕК – паливно-енергетичний комплекс;
ПЗВ – пристрій захисного вимкнення;
ПЛ – повітряна лінія;
ПЧ – промислова частота;
ПЛЗ – повітряна лінія зв'язку;
ПТЕ – правила технічної експлуатації;
ПС – підстанція;

ПБЕЕ – правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів;
ПТЕ – правила технічної експлуатації;
ПТБ – правила техніки безпеки;
ПУЕ – правила улаштування електроустановок;
РУ – розподільне устаткування
РЗА – релейний захист та автоматика,
ЕТЛ – електротехнічна лабораторія;
СЕБ – система електробезпеки;
СЕЕ – споживач електричної енергії (електроспоживач);
СУ – система управління;
СУОП – система управління охороною праці;
ТЕС – теплова електростанція;
ТП – трансформаторна підстанція;
ЧСЕТ – частота смертельного електротравматизму;
ШНВФ – шкідливі і небезпечні виробничі фактори;
ЦЩК – центральний щит керування;
ІЕС – International Elektrotechnical Commission;
ІСО – International Organization for Standardization.

ВСТУП

Рівень розвитку енергетики і електрифікації в найбільш опосередкованому вигляді відображає досягнутий техніко-економічний потенціал будь-якої країни. Енергетика забезпечує електроенергією і теплом промислові підприємства, сільське господарство, транспорт, а також комунально-побутові потреби населення.

Основою електроенергетики України є об'єднана енергетична система (ОЕС), яка є одним з найпотужніших енергооб'єднань Європи. Загальна електрогенерувальна потужність становить 52,9 млн кВт, з яких потужність ТЕС (thermoelectric power plant) становить 58 %, АЕС (atomic power plant) – 26 %, ГЕС (hydraulic power plant) та ГАЕС – 9 %, блок-станцій та інших джерел – 7%. Відповідно до розробленої Стратегії розвитку паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) – у 2030 р. величина генерувальних потужностей становитиме понад 70 млн кВт.

Проте електроустановки ОЕС створили ряд додаткових проблем, серед яких однією з найважливіших є забезпечення безпечних умов праці. Значна частина основного обладнання електричних станцій України відпрацювала встановлений стандартами термін їх роботи. 96 % обладнання ТЕС відпрацювало свій проектний ресурс, 73 % – перевищило граничний. Майже всі ЛЕП України повністю відпрацюють свій розрахунковий ресурс до 2026 року, що потребує збільшення кількості проведення ремонтних робіт в електроустановках і відповідно призводить до підвищення ризику електротравматизму.

Вимога абсолютної безпеки, що панувала у радянському суспільстві, навряд чи була виправдана, оскільки, з одного боку, будь-який вид людської діяльності носить імовірнісний характер і в силу цього пов'язаний з деяким початковим ризиком. З іншого боку, вимога повного виключення ризику аварій, загибелі людей приводить до абсурду – необхідності відмови від електрики, транспорту й багатьох інших породжень технічного прогресу. Ризик у сучасному житті принципово неусувний, й абсолютна безпека неможлива в жодній сфері людської діяльності. Тому під час вирішення проблеми електротравматизму в електроустановках надвисокої напруги необхідне нове теоретичне обґрунтування на основі системно-структурного підходу та системного аналізу, яке б дозволило вибирати оптимальний комплекс засобів та заходів для забезпечення допустимого рівня безпеки в процесі взаємодії працівника й електроустановки на різних ієрархічних рівнях.

Вирішення зазначеної проблеми повністю відповідає вимогам світової спільноти, оскільки сьогодні в більшості високорозвинених країнах світу існує загальноприйняте і всім зрозуміле правило – вкладення коштів в заходи для збереження життя і здоров'я людини економічно вигідне – це чудовий вид інвестування.

Тільки на основі сучасного розвитку теорії та методів оцінення електробезпеки на основі системного підходу, з використанням нових інформа-

ційних технологій, з урахуванням сучасних уявлень про природу електротравматизму як основи нормування допустимих для людини електричних дій, мінімізації ризику електротравматизму та розробленні на цій основі рішень для підвищення електробезпеки з розвитком електроенергетичного комплексу та його докорінної перебудови на засадах новітніх технологій із забезпеченням маневреності, енергетичної та економічної ефективності, екологічної прийнятності, зовнішньої конкурентоспроможності в ринкових умовах функціонування забезпечить стале, надійне, безпечне, якісне постачання енергії галузям економіки і соціальної сфери України.

Національною енергетичною програмою України передбачено підвищення енергетичної безпеки держави, зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище і забезпечення цивільного захисту у сфері техногенної безпеки ПЕК, модернізація наявних генерувальних потужностей (ТЕС і ТЕЦ зі встановленням пилогазоочисного обладнання (ПГО) на найновіші блоки, АЕС, ГЕС), модернізація та розвиток магістральних і розподільних мереж, розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), початок будівництва атомних блоків для заміни технічно застарілих блоків. Перспективним є створення замкненого ядерного виробництва з застосуванням нового типу енергоблоків з уран-торієвим паливним циклом.

Навчальний посібник відповідає другому модулю програми курсу «Цивільний захист та охорона праці в електроенергетиці» та призначений для студентів магістрів галузі знань електрична інженерія зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Основними завданнями дисципліни у сфері охорони праці та цивільного захисту є: збереження гарантії забезпечення здоров'я і працездатності працівників у виробничих умовах для підприємств ПЕК України завдяки ефективному управлінню охороною праці та формуванню у посадових осіб і фахівців відповідальності за колективну та власну безпеку.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти-магістри мають

знати:

- загальні закони та підзаконні нормативні акти;
- міждержавні стандарти безпеки праці;
- нормативні акти про охорону праці (НПАОП);
- законодавство про охорону праці в галузі електроенергетики;
- державні стандарти України (ДСТУ), міждержавні, міжгалузеві та галузеві нормативні акти;
- права, обов'язки та відповідальність працівника і керівника підприємства або закладу невиробничої сфери;
- процедуру розслідування та обліку нещасних випадків;

вміти:

- обирати пристрої та захисні засоби, які забезпечують безпечну експлуатацію електроустановок;

- пояснити суть і необхідність організаційних та технічних заходів під час експлуатації електроустановок;
- навчити працівників правильно надавати першу долікарську допомогу;
- виховувати у працівників почуття відповідальності за неухильне дотримання правил безпеки під час експлуатації електроустановок;
- допомогти у підготовці занять з вивчення правил і заходів електробезпеки у структурних підрозділах.

У науково-дослідній діяльності студенти мають *вміти* застосовувати сучасні методи дослідження і аналізу небезпек, загроз та ризиків їх виникнення на робочих місцях виробничих об'єктів; відповідно до завдання організувати наукові дослідження з визначення виробничих та професійних ризиків електротравматизму, загроз безпеці на робочих місцях в електроенергетиці.

Кожний розділ навчального посібника відповідає певній темі робочої програми дисципліни і закінчується переліком контрольних питань.

1 МІЖНАРОДНІ НОРМИ, ЗАКОНОДАВЧА ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА УКРАЇНИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ В ГАЛУЗІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

1.1 Використання світового досвіду в Україні щодо організації роботи з охорони праці

Україна на найвищих рівнях заявляла про своє прагнення до вступу в Європейський Союз (ЄС), що висуває до неї вимоги щодо вивчення світового досвіду з охорони праці та відповідності її законодавства законодавству ЄС. 24 лютого 2022 року НЕК «Укренерго» від'єднала українську енергосистему від мереж Росії та Білорусі та приєдналася до об'єднаної енергосистеми Європи ENTSO-E. Відповідне рішення було ухвалено об'єднанням системних операторів ENTSO-E 11 березня 2022 року – на рік раніше запланованого. Тому в нашій країні триває активна робота щодо узгодження вимог законів і нормативно-правових актів з директивами ЄС. Втілення міжнародних договорів та угод в галузі електроенергетики сприяє підвищенню рівня промислової санітарії й виробничої безпеки на підприємствах НЕК «Укренерго», зменшенню рівня професійних захворювань та нещасних випадків і поліпшенню ефективності управлінської та контрольної-наглядової діяльності з охорони праці.

Активну роботу на міждержавному рівні щодо розвитку та вдосконалення правової бази у справах охорони праці Україна проводить з Міжнародною Організацією Праці (МОП) або International Labour Organization (ILO), Міжнародним агентством з атомної енергії (МАГАТЕ), Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ), Міжнародною організацією зі стандартизації (ІСО) та низкою інших.

Переважна більшість міжнародних договорів та угод, в яких бере участь Україна, що стосується охорони праці, можна об'єднати в чотири групи:

1. Конвенції та рекомендації ІЛО.
2. Директиви ЄС з охорони праці.
3. Договір про асоціацію з країнами ЄС.
4. Двосторонні міжнародні договори та угоди.

З метою забезпечення соціального захисту та безпеки суспільства в цілому і зокрема окремої людини у 1919 році згідно з Версальським мирним договором було створено ІЛО. Упродовж майже століття ІЛО прийняла понад 250 конвенцій і рекомендацій, з них: 189 конвенцій і 205 рекомендацій. За досягнення в соціальній сфері, сприяння МОП поліпшенню умов життя трудящих в 1969 році їй було присуджено Нобелівську премію миру.

Одним з головних напрямків реформування законодавства про працю України є приведення його у відповідність до міжнародних трудових стандартів, зокрема ратифікованих конвенцій. Конвенція – це міжнародний трудовий акт, після ратифікації якого вищим органом державної влади – членом ІЛО, він стає обов'язковим для виконання. Рекомендація є пропо-

зицією або побажанням ввести відповідні норми в національне законодавство (деталізує положення конвенції, дає можливість вибору державам під час застосування міжнародних норм). Рекомендація не є міжнародним договором і не обов'язково має бути ратифікована. Рекомендація доповнює, уточнює і деталізує положення конвенції, дає можливість вибору державам у разі застосування міжнародних норм. Із загальної кількості фундаментальних ратифікованих конвенцій найбільш пріоритетними стали: (182) у конвенції № 182 (про найгірші форми дитячої праці), а найменше (155) у конвенції № 87 (про свободу асоціації та захист права на асоціацію). За пріоритетними конвенціями найбільше ратифікації (146) у конвенції № 81 (про інспекцію праці).

Держава, яка ратифікувала конвенцію, зобов'язана вжити всіх необхідних заходів (закони, підзаконні акти тощо), щоб гарантувати виконання її рішення і має право відмовитися від виконання рішення у подальшому шляхом припинення дії міжнародного договору. Україна приєдналася до складу ІЛО в 1954 році. Станом на 1 грудня 2019 року Україна ратифікувала 71 конвенцію, зокрема 8 із 8 фундаментальних конвенцій, 4 із 4 пріоритетних конвенцій, 59 із 178 технічних конвенцій. Із 71 конвенцій, ратифікованих Україною, 63 залишаються чинними, а 8 конвенцій були денонсовані.

Директиви, що приймаються в Європейському Союзі, є законом для всіх його країн. В процесі розробки нових конвенції, рекомендацій та інших документів ІЛО враховуються новітній досвід країн-членів Європейського Союзу.

Понад 60 директив в ЄС прийнято з питань безпеки і гігієни праці. Директиви Євросоюзу про охорону праці згруповано таким чином:

- *окреслюють загальні принципи профілактики та основи охорони праці* (Директива Ради 89/391/ЄЕС);

- *визначають вимоги з охорони праці до робочого місця*: Директива Ради 89/654/ЄЕС щодо робочого місця; Директива Ради 1999/92/ЄС Європейського парламенту та Ради щодо захисту працівників, які піддаються потенційній небезпеці у вибухонебезпечних середовищах та ін.;

- *визначають вимоги з охорони праці під час використання обладнання*: Директива Ради 89/656/ЄЕС щодо використання засобів індивідуального захисту на робочому місці; Директива Ради 92/58/ЄЕС щодо використання знаків про загрозу безпеці та/чи здоров'ю на роботі та ін.;

- *визначають вимоги з охорони праці під час роботи з фізичними, хімічними та біологічними чинниками*: Директива Ради 90/394/ЄЕС щодо захисту працівників від ризиків, пов'язаних з впливом канцерогенних речовин на роботі; Директива 2003/10/ЄС Європейського парламенту та Ради щодо захисту працівників від ризиків, пов'язаних із шумом, Директива Ради 2000/54/ЄС Європейського парламенту та Ради щодо захисту робітників від ризиків, пов'язаних із застосуванням біологічних робочих матеріалів під час роботи та ін.;

- *регламентують аспекти організації до робочого часу:* Директива Ради 98/37/ЄС;
- *спрямовані на захист на робочому місці певних груп працівників :* Директива Ради 92/85/ЄЕС та Директива Ради 94/83/ЄЕС;
- *визначають вимоги до обладнання, машин, посудин під високим тиском:* Директива 98/37/ЄС та Директива Ради 90/270/ЄЕС.

Найважливіший висновок, який можна зробити з аналізу ринкових директив ЄС, полягає у тому, що головними суб'єктами у створенні безпечних та нешкідливих умов праці є роботодавець і працівник, а всі інші структури виконують допоміжні функції у забезпеченні нормальних взаємостосунків між ними з питань охорони праці. Виходячи з ідеології ринкового суспільства, виокремлено дві головні складові щодо забезпечення належного рівня охорони праці – це обов'язки роботодавців та обов'язки працівників.

Обов'язками роботодавців є вирішення як конкретних питань з охорони праці (створювати службу охорони праці, забезпечувати навчання працівників, співпрацювати з ними та з їхніми уповноваженими, своєчасно інформувати працівників про зміни умов праці, що можуть вплинути на їхню безпеку та ін.), так і загальних питань, наприклад, оцінювати ризики, вживати профілактичних заходів щодо загрози виникнення аварій і пожеж.

Серед обов'язків працівників насамперед необхідно акцентувати увагу на тому, що кожен працівник зобов'язаний під час виробничої діяльності сам турбуватися про здоров'я та безпеку (як свої особисті, так і своїх колег по роботі), проходити у встановленому порядку медогляди, навчання з охорони праці.

Директиви щодо організації охорони праці на інших рівнях потребують від держави лише підтвердження вищезазначених положень національними нормативно-правовими актами та забезпечення відповідного нагляду і контролю за їхнім виконанням.

Україна, яка підписала 27 червня 2014 Договір про асоціацію з країнами ЄС, здійснює впровадження суттєвих змін в галузі охорони праці. Однією з умов прийняття нових країн до ЄС є відповідність їхнього законодавства і стандартів законодавству ЄС, тому в нашій країні ведеться активна робота з узгодження вимог законів та нормативно-правових актів директивам ЄС.

Євроінтеграційні процеси у секторі «Енергетика» пріоритетні по строках виконання та мають зобов'язання України в рамках Протоколу про приєднання до Договору про заснування Енергетичного Співтовариства, відповідно до якого в Україні набирає чинності ряд директив ЄС: Директива 2003/54/ЄС про загальні правила функціонування внутрішнього ринку електроенергії, Директива 2001/80/ЄС стосовно встановлення граничного рівня викидів певних забруднювачів до атмосфери великими спалювальними установками та інші.

Останнім часом Україна розробляє Концепцію реформування системи управління охороною праці в Україні.

Вищезгадана концепція є рамковим документом, що формує контекст, бачення, принципи, задачі та основні напрями перебудови організації охорони праці в Україні на основі ризик-орієнтованого підходу для забезпечення переходу на стандарти країн Європейського Союзу у сфері охорони праці.

Оцінювання ризику передбачає основна директива Європейського Союзу 89/391/ЄЕС, підпорядковані їй спеціальні директиви із безпеки праці на робочих місцях (89/654/ЄЕС, 89/655/ЄЕС, 89/656/ЄЕС, 90/269/ЄЕС, 90/270/ЄЕС та ін.) і директиви про захист працівників від хімічних, фізичних та біологічних ризиків (98/24/ЄС, 2000/54/ЄС, 2002/44/ЄС та ін.). Основні положення аналізу, управління і оцінювання ризику внесено також в такі міжнародні стандарти: стандарт управління довкіллям ISO 14001 («Environmental management systems standards»), стандарт якості ISO 9001 («Quality systems: Model for quality assurance in design, development, production, installation and servicing»), стандарт якості системи управління професійним здоров'ям і безпекою праці OHSAS 18001 («Occupational Health and Safety Assessment series»), ISO 50001:2011 «Система енергетичного менеджменту – вимоги та керівництво щодо застосування».

Метою Концепції є визначення ключових проблем існуючої системи управління охорони праці в Україні, основних напрямів і шляхів їх розв'язання для підвищення її результативності, формування сучасного безпечного та здорового виробничого середовища, мінімізації соціально-економічних наслідків від негативного впливу на стан здоров'я та працездатність людини під час трудової діяльності, створення національної культури профілактики в галузі.

Концепція з охорони праці розрахована на довгострокову перспективу і є основою для розроблення організаційних заходів, сучасної нормативно-правової бази, загальнодержавних, регіональних та галузевих програм у сфері безпеки та гігієни праці.

1.2 Загальна характеристика національної законодавчої нормативно-правової бази з охорони праці

До чинної української нормативно правової бази з охорони праці, насамперед відносяться Закон «Про охорону праці» та нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП), прийняті на його виконання.

Законом України «Про охорону праці» визначено, що НПАОП – це правила, норми, регламенти, положення, стандарти, інструкції та інші документи, обов'язкові для виконання.

НПАОП охоплює широкий спектр питань, пов'язаних із:

– встановленням та класифікацією виробничих небезпек;

- оцінюванням допустимих меж виробничих шкідливих та небезпечних факторів;
- гігієнічною класифікацією та аналізом умов праці;
- спостереженням та наглядом за виробничими умовами;
- попередженням, обмеженням та іншими способами зменшення ризиків під час використання небезпечних процесів, машин, речовин;
- попередженням небезпечних робіт, порядком видачі відповідних дозволів та умов ліцензування;
- забезпеченням засобами колективного та індивідуального захисту;
- організацією безпечних методів транспортування та видалення небезпечних відходів;
- врахування ергономічних факторів (пристосуванню установок, машин, обладнання та процесів до можливостей робітників);
- проектуванню, конструюванню, розташуванню та обслуговуванню робочих місць та установок;
- забезпеченню відповідних сприятливих умов праці.

Важливо зауважити, однак, що українська правова база з охорони праці демонструє підхід, у якому чітко розрізняються НПАОП, які розглядаються переважно як НПАОП промислової безпеки та НАОП виробничого середовища, що розглядаються як питання гігієни праці.

Затверджені НПАОП підлягають внесенню до Державного реєстру нормативно-правових актів України з охорони праці, в якому кожному нормативному акту присвоєно відповідний код, що дає можливості комп'ютерного обліку, ефективного зберігання і зручності користування ним. Кодове позначення складається з аббревіатури НПАОП і трьох груп цифр: НПАОП ХХ.Х-Х.ХХ-ХХ (далі повна назва нормативно-правового акту).

Серед НПАОП важливе місце посідають державні стандарти України (ДСТУ) та відповідні нормативні акти (правила, норми, інструкції тощо), які є чинними в Україні нині. Такими документами є Державні будівельні норми (ДБН), Державні санітарні норми (ДСН), Державні санітарні правила і норми (ДСанПіН), Нормативні акти з пожежної безпеки (НАПБ) тощо.

Нормативні акти про охорону праці потрібно відрізнити від відомчих документів, що можуть розроблятися на їх основі і затверджуватися міністерствами, відомствами України або асоціаціями, корпораціями, підприємствами з метою конкретизації вимог НПАОП залежно від специфіки галузі.

Розглянемо законодавчі, нормативно-правові акти з охорони праці для сфери енергетичної галузі.

1.3 Аналіз правових та нормативних актів з охорони праці у сфері енергетики

Законодавство України щодо правових, економічних та організаційних засад діяльності в електроенергетиці, на об'єктах сфери електроенергети-

ки, у разі застосування альтернативних джерел енергії, на виробництві (видобутку) і за використання альтернативних видів палива визначено у таких Законах України:

1. Закон України «Про електроенергетику»;
2. Закон України «Про ринок електричної енергії»;
2. Закон України «Про енергозбереження»;
3. Закон України «Про альтернативні джерела енергії»;
4. Закон України «Про альтернативні види палива»;
5. Закон України «Про заходи, спрямовані на забезпечення сталого функціонування підприємств паливно-енергетичного комплексу».
6. Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії та використання скидного енергопотенціалу»;
7. Закон України «Про функціонування паливно-енергетичного комплексу в особливий період».

Закон України «Про електроенергетику» визначає правові, економічні та організаційні засади діяльності в електроенергетиці і регулює відносини, пов'язані з виробництвом, передачею, постачанням та використанням енергії, забезпеченням енергетичної безпеки України, конкуренцією й захистом прав споживачів і працівників галузі.

Закон України «Про ринок електричної енергії», визначає правові, економічні та організаційні засади функціонування ринку електричної енергії, регулює відносини, пов'язані з виробництвом, передачею, розподілом, купівлею-продажем, постачанням електричної енергії для забезпечення надійного та безпечного постачання електричної енергії споживачам з урахуванням інтересів споживачів, розвитку ринкових відносин, мінімізації витрат на постачання електричної енергії та мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Відповідно до 21 статті Закону України «Про ринок електричної енергії» підприємства, установи та організації електроенергетики зобов'язані забезпечувати комплектування робочих місць висококваліфікованими кадрами, постійно підвищувати їх кваліфікацію, гарантувати надійний соціальний захист.

Працівники, які забезпечують виробничі процеси в електроенергетиці, зобов'язані проходити спеціальну підготовку і перевірку знань (атестацію) згідно із законодавством, включно й нормативно-правові акти центрального органа виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики в електроенергетичному комплексі, інших центральних органів виконавчої влади, що забезпечують формування державної політики у відповідних сферах. Допуск до роботи працівників електроенергетики, які не пройшли відповідної підготовки, забороняється.

Перевірка знань (атестація) персоналу проводиться за рахунок коштів власників об'єктів електроенергетики.

Відповідно до порядку, що затверджується Кабінетом Міністрів України, працівникам основних професій, зайнятим на підприємствах електроенергетики, може встановлюватися надбавка до тарифної ставки чи посадового окладу за безперервний стаж роботи в електроенергетиці з віднесенням витрат на валові витрати виробництва та обігу. Персонал енергетичних установок, який перебуває в зоні впливу радіаційного, теплового та електромагнітного випромінювання, а також інших шкідливих і небезпечних факторів, підлягає спеціальному медичному обстеженню та обов'язковому страхуванню.

У законі України «Про енергозбереження» визначено правові, економічні, соціальні та екологічні основи енергозбереження для всіх підприємств, об'єднань і організацій, розташованих на території України, а також для її громадян.

Правові, економічні, екологічні та організаційні засади використання альтернативних джерел енергії й сприяння розширенню їх використання у паливно-енергетичному комплексі визначає Закон України «Про альтернативні джерела енергії».

Закон України «Про функціонування паливно-енергетичного комплексу в особливий період» визначає основні завдання підприємств, установ та організацій паливно-енергетичного комплексу в особливий період: посилення безпеки, охорони та оборони його об'єктів; створення передумов щодо мінімізації загроз для населення, що проживає у безпосередній близькості від об'єктів паливно-енергетичного комплексу, які мають стратегічне значення.

Правові, економічні та організаційні засади діяльності суб'єктів відносин у сфері енергозбереження щодо використання когенераційних установок визначено у Законі України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії та використання скидного енергопотенціалу». Зазначений Закон регулює відносини, пов'язані з особливостями виробництва, передачі і постачання електричної та теплової енергії від когенераційних установок.

Закон України «Про заходи, спрямовані на забезпечення сталого функціонування підприємств паливно-енергетичного комплексу» визначає комплекс організаційних та економічних заходів, спрямованих на забезпечення сталого функціонування підприємств паливно-енергетичного комплексу.

У таблиці 1.1 наведено основні нормативно-правові акти з охорони праці у сфері електроенергетики (станом на 22 грудня 2020 року).

Таблиця 1.1 – Основні нормативно-правові акти з охорони праці у сфері електроенергетики (станом на 22 грудня 2020 року)

Ч.ч.	Позначення нормативного акта	Назва нормативного акта	Затвердження	
			Дата/ документ/ №	Організація
Нормативно-правові акти, дія яких поширюється на декілька видів економічної діяльності (код 0.00)				
1	НПАОП 0.00-1.15-07	Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті Зареєстровано:	27.03.2007 наказ № 62 04.06.2007 № 573/13840	Держгірпромнагляд Мін'юст України
2	НПАОП 0.00-1.62-12	Правила охорони праці на автомобільному транспорті Зареєстровано: Дата введення в дію:	09.07.2012 наказ № 964 01.08.2012 № 1299/21611 14.09.2012	МНС України Мін'юст України
3	НПАОП 0.00-1.71-13	Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями Зареєстровано: Дата введення в дію:	19.12.2013 наказ № 966 25.02.2014 № 327/25104 28.03.2014	Міненерговугілля України Мін'юст України
4	НПАОП 0.00-1.75-15	Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт Зареєстровано: Дата введення в дію:	19.01.2015 наказ № 21 03.02.2015 за № 124/26569 03.03.2015	Міненерговугілля України Мін'юст
5	НПАОП 0.00-2.01-05	Перелік робіт з підвищеною небезпекою Зареєстровано:	26.01.2005 наказ № 15 15.02.2005 № 232/10512	Держгірпромнагляд Мін'юст України
6	НПАОП 0.00-3.21-13	Норми безоплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам паросилового, енергетичного господарства, станцій і цехів з вироблення генераторного газу Зареєстровано:	23.10.2013 наказ № 773 08.11.2013 № 1911/24443	Міненерговугілля України Мін'юст України
7	НПАОП 0.00-4.12-05	Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці Зареєстровано: Останні зміни:	26.01.2005 наказ № 15 15.02.2005 № 231/10511 30.01.2017 наказ № 140 20.02.2017 № 234/30102	Держгірпромнагляд Мін'юст України Мінсоцполітики Мін'юст
8	НПАОП 0.00-4.21-04	Типове положення про службу охорони праці Зміни: Зареєстровано:	15.11.2004 наказ №255 01.12.2004 № 1526/10125 31.01.2017 наказ №148 21.02.2017 № 236/30104	Держнагляд охорон праці України Мін'юст Мінсоцполітики Мін'юст

Ч.ч.	Позначення нормативного акта	Назва нормативного акта	Затвердження	
			Дата/ документ/ №	Організація
9	НПАОП 0.00-7.13-14	Вимоги до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу електромагнітних полів Зареєстровано: Дата введення в дію:	05.02.2014 наказ № 99 25.02.2014 № 335/25112 21.03.2014	Міненерговугілля України Мін'юст України
		Вироблення електроенергії (код КВЕД 40)		
		Виробництво та розподілення електроенергії (код КВЕД 40.1)		
10	НПАОП 40.1-1.01-97	Правила безпечної експлуатації електроустановок Зареєстровано:	06.10.1997 наказ № 257 13.01.1998	Держнаглядохоронпраці Мін'юст України
11	НПАОП 40.1-1.32-01	Правила експлуатації електрозахисних засобів	05.06.2001 наказ № 253	Мінпраці України
12	НПАОП 40.1-1.21-98	Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів Зареєстровано:	09.01.1998 наказ № 4 10.02.1998 № 93/2533	Держнаглядохоронпраці Мін'юст України
13	НПАОП 40.1-1.32-01	Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок	21.06.2001 наказ № 272	Мінпраці України
14	НПАОП 40.1-1.03-76	Правила техніки безпеки при експлуатації водного господарства, гідротехнічних споруд та гідромеханічного обладнання електростанцій	22.11.1976	Міненерго СРСР

Основними нормативними документами щодо забезпечення електробезпеки в Україні є:

- Правила улаштування електроустановок (ПУЕ – 2017). Дія ПУЕ поширюється на ЕУ напругою до 750 кВ, що споруджуються чи реконструюються. ПУЕ встановлюють загальні вимоги до будови ЕУ, передачі електроенергії, захисту і автоматики, розподільних пристроїв і підстанцій, електросилових установок, електричного освітлення та до електрообладнання спеціальних установок.

- Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів – установлюють основні технічні та організаційні вимоги щодо експлуатації діючих ЕУ напругою до 150 кВ включно.

- Правила безпечної експлуатації електроустановок – є нормативним документом енергетичної галузі, який встановлює вимоги щодо безпечної експлуатації ЕУ енергетичної галузі напругою до 500 кВ.

- Технічна експлуатація електричних станцій і мереж – Правила, які регламентують основні технічні та організаційні вимоги до безпечної, надійної та економічної експлуатації ЕУ, будівель, споруд і комунікацій об'єктів енергетики незалежно від їхньої відомчої належності та форм власності.

- НПАОП 40.1-1.21-98 (міжгалузевий НПАОП), який визначає вимоги з безпечної експлуатації ЕУ споживачів напругою до 220 кВ.

- НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок (міжгалузевий НПАОП), який визначає Правила будови ЕУ, деякі питання електричного освітлення та обладнання спеціальних установок.

- НПАОП 40.1-1.32-01 Правила експлуатації електрозахисних засобів (міжгалузевий НПАОП), який визначає Правила експлуатації електрозахисних засобів щодо їх необхідного переліку від певних умов праці, а також умов зберігання, випробування.

- Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів – визначає основні організаційні і технічні вимоги до експлуатації діючих ЕУ споживачів напругою до 150 кВ включно.

В Україні на підставі Державних НПАОП щодо забезпечення електробезпеки розробляють нормативні акти для підприємств енергетичної галузі та підприємств інших галузей, де використовують системи електропостачання.

1.4 Державний нагляд і контроль в електроенергетиці

Відповідно до Закону України «Про електроенергетику» державний нагляд в електроенергетиці здійснює центральний орган виконавчої влади Державна інспекція енергетичного нагляду України (далі – Держенергонагляд). Діяльність Держенергонагляду спрямовується і координується Кабінетом Міністрів України через Міністра енергетики, який реалізує державну політику у сфері нагляду і контролю у галузях електроенергетики.

Як визначено в Постанові Кабінету Міністрів від 14.02.2018 р. №77 «Положення про Державну інспекцію енергетичного нагляду України» Держенергонагляд здійснює енергетичний нагляд за електричними установками і мережами учасників ринку (крім споживачів), за дотриманням вимог нормативно-правових актів і нормативних документів з питань технічної експлуатації електричних станцій та мереж, технічного стану електричних установок і мереж.

Держенергонагляд бере участь у: роботі комісій з розслідування причин і наслідків аварій та пожеж на обладнанні електричних мереж учасників ринку електричної енергії, які призвели до порушення режимів роботи інших учасників ринку електричної енергії; проведенні моніторингу безпеки постачання електричної енергії в Україні; роботі комісії з підготовки висновку щодо доцільності надання тимчасової підтримки виробникам, які здійснюють комбіноване виробництво електричної та теплової енергії на теплоелектроцентралях.

Держенергонагляд здійснює моніторинг та контроль за:

- виконанням зобов'язань виробників, що здійснюють комбіноване виробництво електричної та теплової енергії на теплоелектроцентралях, щодо реконструкції та/або модернізації теплоелектроцентралі, зокрема строків реалізації етапів виконання проекту реконструкції та/або модернізації;

– розглядом спірних питань щодо приєднання електричних установок замовників до електричних мереж за принципом «єдиного вікна», який визначає спосіб взаємодії уповноваженого органу і суб'єкта інвестиційної діяльності з метою підготовки та видачі пакета документів, що дає право на реалізацію інвестиційного проекту.

Держенергонагляд подає висновки щодо результатів перевірок учасників ринку електричної енергії реконструкції та модернізації енергетичного обладнання електричних станцій і здійснює розгляд звернень громадян з питань, пов'язаних з діяльністю Держенергонагляду та інші повноваження, визначені законом.

Держенергонагляд здійснює свої повноваження через утворені в установленому порядку територіальні органи Держенергонагляду за участі інспекторів з енергетичного нагляду.

Державні інспектори з енергетичного нагляду мають право: доступу в установленому законом порядку до електричних, теплових установок і мереж суб'єктів електричної енергії та споживачів енергії (суб'єктів господарювання) для проведення в межах повноважень, передбачених законом, відповідних перевірок.

За наявності порушень суб'єктів господарювання Державні інспектори накладають штрафи. Так, наприклад, штраф у розмірі до однієї тисячі неоподатковуваних мінімумів доходів громадян накладають за неподання інформації або подання завідомо недостовірної інформації, передбаченої в ліцензіях на виробництво, передачу або постачання електричної енергії відповідно до нормативно-правових актів, що регулюють питання функціонування об'єднаної енергетичної системи України та споживання енергії; штраф у розмірі до п'яти тисяч неоподатковуваних мінімумів доходів громадян – у разі ухилення від виконання або несвоєчасного виконання рішень чи приписів, вказаних державних інспекцій та порушення умов ліцензій.

Суб'єкт господарювання має сплатити штраф протягом 30 днів з дня винесення постанови про його накладення. Суми стягнених штрафів зараховуються до Державного бюджету України. У разі несплати штрафу у зазначений термін він стягується в судовому порядку.

Рішення про накладення на суб'єктів господарської діяльності штрафів може бути оскаржене в установленому законом порядку.

Державні інспектори також мають право приймати рішення про зупинення дії ліцензії на провадження підприємницької діяльності з постачання електричної енергії на відповідній території на термін до одного року. У разі усунення енергопостачальником порушень Держенергонагляд може приймати рішення про дострокове скасування рішення щодо зупинення дії ліцензії.

Запитання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте основні групи міжнародних договорів та угод, в яких бере участь Україна з охорони праці.
2. Що є базою законодавства України у сфері енергетики?
3. На які об'єкти поширюється чинність Закону України «Про електроенергетику»?
4. Який закон України визначає у сфері енергозбереження правові, економічні та організаційні засади діяльності суб'єктів відносин?
5. В чому полягають основні принципи державної політики з охорони праці в галузі електроенергетики?
6. Охарактеризуйте основні нормативно-правові акти з охорони праці у сфері електроенергетики.
7. На які об'єкти поширюються Правила улаштування електроустановок?
8. Хто здійснює державний нагляд і контроль в електроенергетиці?
9. На які об'єкти поширюється нагляд і контроль Державної інспекції енергетичного нагляду України?
10. Які права мають державні інспектори з енергетичного нагляду?
11. За чим здійснює моніторинг та контроль Держенергонагляд, відповідно до «Положення про Державну інспекцію енергетичного нагляду України»?
12. Що розуміється під адміністративною відповідальністю за порушення правил охорони праці?

2 СТАН УМОВ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ

2.1 Загальна характеристики умов праці

Трудова діяльність людини відбувається завжди у певному просторі та часі, певними засобами праці, у межах конкретних взаємовідносин, які виникають між людьми у процесі їх трудової діяльності – у виробничому (або трудовому) середовищі. Виробниче середовище характеризується умовами праці (сукупністю факторів виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час трудової діяльності).

Виробничі фактори, залежно від наслідків, до яких може привести їх дія, прийнято умовно поділяти на небезпечні та шкідливі.

Під *шкідливим виробничим фактором* розуміємо такий чинник трудового процесу та виробничого середовища, вплив якого на організм людини в певних умовах приводить до захворювання або зниження працездатності працюючого.

Перелік небезпечних та шкідливих виробничих факторів надається у ГОСТ 12.1.003-XX «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Відповідно, до ГОСТ 12.1.003-XX, під час експлуатації та обслуговування електроустановок такими факторами можуть бути: підвищена чи знижена температура, вологість повітря; підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони; підвищений рівень шуму, вібрації, електромагнітних випромінювань, статичної електрики; недостатня освітленість робочої зони і т. п.

Під *небезпечним виробничим фактором* розуміють такий чинник трудового процесу та виробничого середовища, який може бути причиною гострого захворювання (отруєння), різкого раптового погіршення здоров'я або смерті.

До основних небезпечних факторів, які можуть діяти на персонал, що працює та обслуговує електроустановки, відносяться: підвищений рівень електричної енергії, яка діє на людину, та параметрів, що її характеризують; рухомі частини виробничого устаткування; розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги); дії вибуху, пожежі та факторів, що її характеризують – відкрите полум'я чи іскри; підвищена температура повітря, предметів і т. п.; токсичні продукти горіння; дим; знижена концентрація кисню, пошкодження обладнання, конструкцій будинку і т. п.

До факторів трудового процесу відносяться: важкість (тяжкість) праці та напруженість праці.

Напруженість праці – до показників, що характеризують напруженість праці, належать: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи. характеристика трудо-

вого процесу (відображають навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника).

Важкість праці – характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі (характеристика трудового процесу, що відображає рівень загальних енергозатрат, переважне навантаження на опорно-руховий апарат, серцево-судинну, дихальну та інші системи).

Безпечні умови праці – стан умов праці, за якого ризик дії на працівників шкідливих та небезпечних виробничих факторів не перевищує граничнодопустимих значень.

Мірою оцінювання промислової безпеки умов праці є *величина професійного ризику* – величина, яка дорівнює добутку двох функцій: ймовірності порушення (ушкодження) здоров'я працівника з урахуванням тяжкості наслідків несприятливого впливу факторів виробничого середовища і трудового процесу.

Оцінювання професійного ризику проводиться з урахуванням значень експозиції шкідливих та небезпечних факторів, показників стану здоров'я працівника та збитків внаслідок втрати ним працездатності.

Аналіз і оцінювання стану умов та безпеки праці – це обов'язкова складова роботи керівництва електроенергетичної галузі, її підприємств (підрозділів) для планування відповідних заходів з безпеки праці.

На підприємстві аналіз і оцінювання стану умов та безпеки праці здійснюється на підставі таких загальних показників:

- рівень професійних захворювань, пов'язаних з умовами праці;
- рівень виробничого травматизму;
- кількість обладнання, технологічних процесів що не відповідають вимогам нормативних актів з охорони праці;
- кількість працівників, що працюють в умовах, які не відповідають санітарно-гігієнічним нормам;
- забезпечення працівників санітарно-побутовими приміщеннями, засобами індивідуального захисту;
- витрати на покращення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, розслідування та ліквідацію наслідків аварій, нещасних випадків та професійних захворювань, збитків потерпілим від нещасних випадків та професійних захворювань, що пов'язані з умовами праці.

Найбільш поширена виробнича професія в енергетичній галузі – професія електромонтера, тому дамо для неї загальну характеристику умов праці.

Робота електромонтера вважається однією з «ризикованих». Уже сама приставка «електро» говорить про те, що робота пов'язана безпосередньо з електричною енергією, а вона, як відомо, є джерелом підвищеної небезпеки. Унаслідок дії електричної енергії на тіло людини виникають: електри-

чні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, механічні пошкодження. Металізація шкіри відбувається за коротких замикань, під час відключення рубильників, які знаходяться під великим навантаженням – тоді у верхні шари шкіри потрапляють дрібні розплавлені частки металу. Електричні знаки утворюються також під дією струму, але не надто високої напруги і характеризуються твердими мітками на шкірі, подібно до мозолів. Механічні ушкодження виникають через судоми під дією струму.

Електромонтери здійснюють:

- розбирання, капітальний ремонт, складання, встановлення, налагодження високовольтного електричного обладнання, електроприладів, електричних схем і електроапаратів різних типів та систем напруги до одного та понад 1 кВ (рис. 2.1.);

- роботи з ремонту, монтажу і демонтажу кабельних ліній;
- випробування електродвигунів, трансформаторів і електроапаратів;
- інструктаж працівників щодо правил експлуатації обладнання і т. п.

За умов невиконання вимог безпеки, відмови засобів захисту, на електромонтерів, які обслуговують підстанції та лінії електропостачання надвисокої напруги, діє періодично або тривало електромагнітне поле промислової частоти, через тіло людини проходить електричний струм, що може стати причиною електротравматизму та професійного захворювання.



Рисунок 2.1 – Фото електромонтерів під час проведення ремонтних робіт

Найбільш характерними ШНВФ (шкідливі і небезпечні виробничі фактори) робочого місця електромонтера є:

- підвищена напруга в електричному колі, замикання якого може відбутися крізь тіло людини;
- підвищена або знижена температура повітря робочого середовища;
- підвищена чи знижена вологість повітря;
- підвищена рухомість повітря;
- підвищена вологість повітря;
- підвищена іонізація повітря;
- підвищена температура поверхонь обладнання;

- підвищений рівень шуму;
- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- недостатня освітленість робочої зони;
- рухомі машини та механізми;
- рухомі частини виробничого устаткування;
- розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі.

Повністю усунути ці фактори практично неможливо, тому що вони є частиною специфіки роботи електромонтера. У такому випадку, якщо норми впливу перевищують гранично допустимі показники, працівникові встановлюється компенсація за роботу в шкідливих та небезпечних умовах. Компенсації можуть бути у вигляді підвищення окладу, скорочення тривалості робочого дня або додаткової оплачуваної відпустки.

2.2 Гігієнічні критерії оцінювання умов праці

Для ефективного вирішення питань, пов'язаних з обліком, аналізом і оцінюванням стану умов та безпеки праці на підприємствах енергетичної галузі як державної, так і недержавної форм власності, необхідно, насамперед, впровадження єдиної державно-статистичної звітності щодо обліку, аналізу та оцінювання стану умов праці. З цією метою, відповідно до існуючого законодавства в галузі охорони праці, в обов'язковому порядку проводиться атестація робочих місць.

Атестація робочих місць за умовами праці – комплексне оцінення всіх факторів виробничого середовища, важкості і напруженості трудового процесу, супутніх соціально-економічних факторів, що впливають на здоров'я і працездатність працівників у процесі трудової діяльності.

На підприємствах електроенергетичного комплексу у 2016 році загальна кількість робочих місць, атестованих за умовами праці, становила 15 222.

Атестація проводиться згідно з *Порядком та методичними рекомендаціями щодо проведення атестації робочих місць за умовами праці*. Атестація проводиться *атестаційною комісією*, склад і повноваження якої визначаються наказом по підприємству, організації, у строки, передбачені колективним договором, але не рідше ніж один раз на п'ять років. До складу комісії рекомендується вводити головних спеціалістів, працівників відділу кадрів, охорони праці, органів охорони здоров'я підприємства, представників громадських організацій, уповноважених найманими працівниками осіб.

Основна мета атестації полягає у врегулюванні відносин між роботодавцем і працівниками щодо реалізації прав на здорові й безпечні умови праці для цілеспрямованої роботи щодо поліпшення умов праці, зниження рівня травматизму та захворюваності, а також для надання пільг і компенсацій, передбачених чинним законодавством (скорочена тривалість робочого

часу, додаткова оплачувана відпустка, оплата праці у підвищеному розмірі, пільгова пенсія).

Атестація робочих місць передбачає:

- виявлення на робочому місці шкідливих і небезпечних виробничих факторів та причин їх виникнення;
- дослідження санітарно-гігієнічних факторів ШНВФ виробничого середовища та трудового процесу на робочому місці;
- комплексне оцінювання ШНВФ виробничого середовища та трудового процесу щодо відповідності їх вимогам стандартів, санітарних норм і правил;
- встановлення права працівників на пільгове пенсійне забезпечення, додаткову відпустку, скорочений робочий день та інші пільги і компенсації залежно від умов праці.

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

Позачергово атестація проводиться у разі докорінної зміни умов і характеру праці з ініціативи роботодавця, профспілкового комітету, трудового колективу та органів Державної служби України з питань праці (далі – Держпраці). До проведення атестації можуть залучатися проектні та науково-дослідні організації, технічні інспекції праці профспілок, територіальні органи Держпраці.

Атестація робочих місць проводиться з урахуванням Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу (далі – Гігієнічна класифікація праці), затвердженої наказом МОЗ України від 08.04.2014 р. № 248.

У таблиці 2.1 наведено приклад з переліку спеціальностей і посад працівників енергетичної галузі, які підлягають атестації, відповідно до постанови Кабінету Міністрів України № 423 від 17 червня 2015 року (зі змінами).

Виходячи з принципів Гігієнічної класифікації праці, умови праці поділяють на 4 класи – оптимальні, допустимі, шкідливі та небезпечні (екстремальні).

1 клас (оптимальні умови праці встановлено для мікроклімату і факторів трудового процесу) – умови праці, за яких несприятливі фактори виробничого середовища не перевищують рівнів, прийнятих за безпечні для населення і зберігається не лише здоров'я працівників, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності.

Таблиця 2.1 – Приклад з переліку спеціальностей і посад працівників, які забезпечують виробничі процеси в електроенергетиці та підлягають атестації

Назва професії (професійна назва роботи)	Код класифікатора професій
1	2
Апаратник установок для подавлення радіоактивності та дезактивації	8159.1
Апаратник хімоводоочищення електростанцій	8151.2
Електромеханік з обслуговування і ремонту вітроенергетичної установки	7241.1
Електромонтер головного щита керування електростанцією	7241.1
Електромонтер з випробувань та вимірювань	7241.1
Електромонтер з експлуатації електролічильників	7241.2
Електромонтер з експлуатації розподільних мереж	7241.2
Електромонтер з обслуговування гідроагрегатів машинного залу	7241.2
Електромонтер з обслуговування електроустаткування електростанцій	7241.2
Електромонтер з обслуговування підстанції	7241.1
Електромонтер з оперативних перемикачів у розподільних мережах	7241.1
Електромонтер з ремонту апаратури, релейного захисту й автоматики	7241.1
Електромонтер з ремонту обмоток та ізоляції електроустаткування	7241.1
Електромонтер з ремонту повітряних ліній електропередачі	7241.2
Електромонтер з ремонту та монтажу кабельних ліній	7241.2
Електромонтер оперативно-виїзної бригади	7241.2
Електрослюсар з обслуговування автоматики та засобів вимірювань електростанцій	7241.1
Електрослюсар з ремонту електричних машин	7241.1
Електрослюсар з ремонту електроустаткування електростанцій	7241.2
Електрослюсар з ремонту устаткування розподільних пристроїв	7241.1
Машиніст блочного щита керування агрегатами (парогенератор-турбіна)	8161.1
Машиніст енергоблока	8161.1
Машиніст центрального теплового щита керування котлами	8162.1
Машиніст-обхідник з турбінного устаткування	8162.1
Моторист автоматизованого подавання палива	8162.2
Оператор головного щита управління вітроенергетичної станції	8161.1
Оператор реакторного відділення	8161.2
Слюсар з ремонту паро-, газотурбінного устаткування	7233.1
Слюсар з ремонту реакторно-турбінного устаткування	7233.1
Слюсар з ремонту устаткування котельних та пилопідготовчих цехів	7233.1
Слюсар з ремонту устаткування подавання палива	7233.2
Слюсар з ремонту устаткування теплових мереж	7233.2
Старший машиніст енергоблоків	8162.1
Старший машиніст турбінного відділення	8162.1

2 клас (*допустимі умови праці*) – характеризуються такими рівнями ШНВФ виробничого середовища та трудового процесу, які не перевищують встановлених нормативів, не чинять несприятливого впливу на стан здоров'я працівників та їхнє потомство в найближчому і віддаленому періодах, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни.

3 клас (*шкідливі умови праці*) – характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих факторів, які перевищують нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працівника та/або його потомство.

Шкідливі умови праці за ступенем перевищення гігієнічних нормативів та можливих змін в організмі працівників поділяють на 4 ступені:

1 ступінь (3.1), 2 ступінь (3.2), 3 ступінь (3.3) та 4 ступінь (3.4).

Чим вищий ступінь, тим більший ризик погіршення здоров'я працівнику. Повна характеристика вказаних ступенів шкідливості умови праці надана у Гігієнічній класифікації праці.

Відповідно до Гігієнічної класифікації клас умов праці визначається тим чинником виробничого середовища, напруженості або тяжкості праці, який має найбільше відхилення від нормативних вимог. Робота в умовах 3 класу умов праці може бути дозволена тільки в разі застосування засобів колективного та індивідуального захисту і скорочення часу дії шкідливих виробничих факторів (захист часом).

Небезпечні умови праці (4 клас) – характеризуються такими рівнями ШНВФ виробничого середовища та трудового процесу, які створюють загрозу для життя, високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень, загибелі працюючого.

Робота в небезпечних умовах праці (4 клас) не дозволяється, за винятком ліквідації аварій, проведення екстрених робіт для запобігання аварійним ситуаціям. Ця робота має виконуватися у відповідних засобах індивідуального захисту та з урахуванням регламентованих режимів робіт.

Приклади оцінювання ступеня шкідливості умов праці за факторами виробничого середовища та трудового процесу наведено у таблиці 2.2.

Оцінювання ступеня шкідливості умов праці за факторами виробничого середовища та трудового процесу встановлюється за:

- ✓ величиною перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин;
- ✓ класом та ступенем шкідливості чинників біологічного походження;
- ✓ показниками мікроклімату;
- ✓ величиною перевищення гранично допустимих рівнів електромагнітних полів та випромінювання;
- ✓ параметрами радіаційних факторів;
- ✓ показниками природного та штучного освітлення;
- ✓ величиною перевищення чинних нормативів для шуму, вібрації, інфра- та ультразвуку.

Таблиця 2.2 – Оцінювання умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності

Фактори виробничого середовища та трудового процесу	НАОП, згідно з якими визначаються граничні параметри факторів	Класи умов праці							
		оптимальний	допустимий	шкідливий				небезпечний	
				1	2	3.1	3.2		3.3
хімічні	гігієнічна класифікація праці								
біологічні	гігієнічна класифікація праці		≤ГДК	0,1-10	10,1-100	>100			
фізичні:									
шум	ДСН 3.3.6.037-99		≤ГДР	85	95	105	115	>115	
вібрація	ДСН 3.3.6.039-99								
інфразвук	ДСН 3.3.6.037-99		≤ГДР	5	10	15	20	>20	
ультразвук	ДСН 3.3.6.037-99								
магнітні поля частоти 50 Гц	ДСН 3.3.6.096-2002		≤ГДР	≤5	≤10	≤50	>50		
неіонізуючі випромінювання	гігієнічна класифікація праці								
електричні поля частоти 50 Гц	ДСН 3.3.6.096-2002		≤ГДР	≤3	≤5	≤10	>10	>40	
магнітні поля частоти 50 Гц	ДСН 3.3.6.096-2002		≤ГДР	≤5	≤10	≤50	>50		
зовнішнє іонізуючі випромінювання	НРБУ-97			$E^* < 10$	$10 \leq E < 15$	$15 \leq E < 20$	$20 \leq E < 50$	$50 \leq E < 10$	
мікроклімат	ДСН 3.3.6.042-99								
температура повітря, °С	ДСН 3.3.6.042-99		≥0,6	на 0,1-3,0	на 3,1-6	на 6,1-9	на 9,1-12		
(КПО, %)	ДБН В.2.5-28-2006			≥0,6	0,1÷0,6	< 0,1 або відсутнє			
іонізація повітря	СН № 2152-80								
важкість праці	гігієнічна класифікація праці								
напруженість праці	гігієнічна класифікація праці								
Загальна оцінка умов праці									

*E (річна ефективна доза опромінення персоналу) мЗв·рік⁻¹

** Сума доз внутрішнього і зовнішнього опромінення не має перевищувати 20 мЗв·рік – для класу 3.3 і 3.4

Відомо, що професія електромонтера з ремонту та монтажу кабельних ліній відноситься до категорії основних професій підприємств енергетичної галузі України. Проте в сучасній вітчизняній науковій літературі обмаль даних щодо гігієнічної характеристики, оцінення умов праці та професійного ризику працівників, які працюють у цій професії, хоча відомо, що в процесі прокладання, монтажу, експлуатації та ремонту наземних і підземних силових кабельних ліній електромонтери можуть зазнавати дії на організм свинцю, який виділяється в навколишнє середовище в процесі виконання операцій зі спаювання та ізоляції місць з'єднання електричних кабелів, вкритих свинцевою оболонкою за допомогою захисних свинцевих муфт, що спаюються з оболонкою кабелю. З огляду на сказане наведемо приклад результатів гігієнічної характеристики, оцінення умов праці щодо професійного ризику здоров'ю електромонтерів з ремонту та монтажу кабельних ліній.

2.3 Приклад оцінювання умов праці для здоров'я електромонтерів з ремонту та монтажу кабельних ліній

За даними аналізу актів санітарно-епідеміологічного обстеження промислового об'єкта, технологічних регламентів на виконання робіт, технологічних карт і завдань, а також професіограм усі електромонтери з ремонту та монтажу кабельних ліній упродовж 84 % часу робочої зміни виконують роботи, пов'язані з розміткою, прокладанням, монтажем, експлуатацією та ремонтом наземних і підземних силових кабельних ліній. В будівлях і приміщеннях кабелі прокладаються вручну, а в траншеях, каналах, підземних тунелях і водоймах – вручну та за допомогою кабелеукладача.

В процесі виконання робіт з монтажу кабельних ліній та приставних лінійних кабельних введів електромонтери проводять зачистку кабельних кінців, їхнє фазування, спаювання та ізолювання, а також встановлюють захисні свинцеві муфти, що спаюються зі свинцевою оболонкою електричних кабелів. Таким чином, умови праці електромонтерів з ремонту та монтажу кабельних ліній визначаються сукупністю факторів виробничого середовища та трудового процесу, серед яких особливого значення набувають фізичні та хімічні фактори (мікроклімат, теплове випромінювання, електричні поля промислової частоти (50 Гц), виробничий шум, речовини хімічного походження), а також фактори трудового процесу.

Прокладання електричних кабелів є періодичним технологічним процесом. Водночас електромонтери з ремонту та монтажу кабельних ліній працюють на відкритих територіях або в приміщеннях без наявності постійного робочого місця. На відкритих територіях у холодну та теплу пору року температура повітря часто нижча, або відповідно перевищує чинний гігієнічний норматив на 2–7 °С, що за цим показником характеризує умови праці працівників як шкідливі 3.2 ступеня шкідливості. Під час виконання

робіт, пов'язаних з прокладанням і монтажем кабельних мереж у будівлях і приміщеннях температура повітря на робочих місцях електромонтера з ремонту та монтажу кабельних ліній у теплу пору року становить 15–29 °С, а в холодну пору року – 15–17 °С, що за цим показником характеризує їхні умови праці як допустимі. За показниками швидкості руху повітря та його відносної вологості умови праці електромонтерів допустимі. Необхідно відмітити, що прокладанню кабелів у траншеях у холодну пору року передує операція, що передбачає попереднє прогрівання кабелів, яку виконують у тимчасово зведених наметах. Для цього використовують спеціальні трансформатори, потужністю 15–25 кВА, або спеціальні прилади, що є джерелом інфрачервоного випромінювання.

За цих обставин електромонтери зазнають дії на організм інфрачервоного випромінювання, інтенсивність якого часто дорівнює 230 Вт/м². Це за таким показником характеризує умови праці електромонтера як шкідливі 3.1 ступеня шкідливості.

Періодичне виконання робіт із монтажу електрообладнання в комплексних розподільних пристроях тривалістю 2,0–2,5 год за зміну зумовлює вплив на організм електромонтера неіонізуючих електромагнітних випромінювань, зокрема, електричного та магнітного полів промислової частоти (50 Гц). За результатами проведених інструментальних досліджень встановлено, що в зоні дії на організм працівника показник напруженості електричного поля частотою 50 Гц дорівнює 4,0 кВ/м, а інтенсивність магнітного поля частотою 50 Гц – 4,5 мкТл. Ці значення відповідають даним ГОСТ 12.1.002–84 і ДНОАП 0.03-3.13–85, що характеризує умови праці працівників як допустимі.

Результати аналізу професіограм показали, що електромонтери з ремонту та монтажу кабельних ліній періодично виконують роботи із фазування, з'єднання, спаювання, ізоляції та герметизації вузлів з'єднання вивідних кінців електричних кабелів упродовж 84 % часу робочої зміни. Цей вид робіт містить такі виробничі операції: роз'єднання вивідних кінців кабелів, їхню зачистку, спаювання, ізоляцію та герметизацію вузлів з'єднання. Необхідно зазначити, що для ізоляції та герметизації вузлів з'єднання силових електричних кабелів зазвичай використовуються захисні свинцеві муфти. В процесі їх накладання свинцеву оболонку кабелю спочатку зачищають вручну до металічного блиску, а потім залужують свинцево-олов'яним припоєм. Аналогічні операції виконують на конусах свинцевих муфт, а за їх відсутності останні формують на дерев'яній оправі за допомогою молотка. Для спаювання муфти та кабельної оболонки використовують паяльну лампу або ацетиленову горілку. В їхньому полум'ї розігрівають свинцево-олов'яний припій, який тонким шаром накладають на місця спаювання муфти зі свинцевою оболонкою кабелю. Ізоляцію оголених частин кабелю та герметизацію спайки свинцевих муфт проводять бітумно-гумовою мастикою «МБР», яку після нагрівання до 130–140 °С накладають тонким шаром і замотують поліетиленовою плівкою.

Перевірку якості сформованої спайки проводять за допомогою стиснутого повітря, яке закачують у муфту під тиском через попередньо впаяний вентиль. Під час роботи паяльної лампи та газової горілки електромонтери зазнають дії шуму та інфрачервоного випромінювання. В цьому випадку еквівалентний рівень шуму та інтенсивність інфрачервоного випромінювання, як правило, не перевищують ГДР. Разом з цим сенсорні навантаження, які пов'язані з зосередженим спостереженням за процесом зачистки, фазування та з'єднання вивідних кінців електричних кабелів, а також розігріву свинцевої оболонки кабелів, конусів свинцевих муфт і свинцево-олов'яного припою через окуляри зі світлозахисним склом характеризують умови праці електромонтера як шкідливі 3.1 ступеня шкідливості.

Для виконання таких операцій працівники забезпечені відповідним спецодягом та індивідуальними засобами захисту органа зору та органів дихання, зокрема захисними окулярами зі світлозахисним склом та респіратором типу «Лепесток». Необхідно відмітити, що індивідуальні засоби захисту можуть захищати працівників від впливу на організм шкідливих факторів виробничого середовища, але не впливають на загальну оцінку їхніх умов праці.

Проведемо аналіз конструкційних характеристик електричних кабелів (табл. 2.3), що використовуються для прокладання силових кабельних ліній, та різних типів припоїв.

Таблиця 2.3 – Конструкція та призначення електричних кабелів

Марка кабелю	Конструкція та виробниче призначення	Напруга, кВ	Діаметр дроту, мм ²
МНС	Оболонка – свинцева. Укріплений полівінілхлоридною стрічкою. Використовується для прокладання в тунелях і каналах будівель	110	120, 150, 185, 240, 270, 300, 350, 400, 500, 550, 625, 800
		150	240, 270, 300, 350, 400, 500, 550, 625, 800
		220	300, 350, 400, 500, 550, 625, 800
МНСЛ	Оболонка – свинцева. Укріплений поліетилентерефталатними або гумовими стрічками, має захисний бітумний або гумовий шар. Використовується для прокладання в траншеях	110	120, 150, 185, 240, 270, 300, 350, 400, 500, 550, 625, 800
		150	240, 270, 300, 350, 400, 500, 550, 625, 800
		220	300, 350, 400, 500, 550, 625, 800
МНСК	Оболонка – свинцева. Армований сталевую оцинкованою проволокою, ізоляційний матеріал – з бітуму. Призначений для прокладання під водою	110	120, 150, 185, 240, 270, 300, 350, 400, 500, 550, 625, 800
		150	240, 270, 300, 350, 400, 500, 550, 625, 800
		220	300, 350, 400, 500, 550, 625, 800
МНСШв	Оболонка – свинцева. Укріплений полівінілхлоридним пластиком. Призначений для прокладання в траншеях, тунелях і каналах будівель	110	120, 150, 185, 240, 270, 300, 350, 400, 500, 550, 625, 800
		150	240, 270, 300, 350, 400, 500, 550, 625, 800
		220	300, 350, 400, 500, 550, 625, 800

Електромонтери з ремонту та монтажу кабельних ліній під час виконання операцій зі з'єднання, захисту та ізоляції електричних кабелів зазнають дії шкідливих речовин хімічного походження, що входять до скла-

ду оболонки електричних кабелів, захисних муфт, флюсів і різних марок олов'яно-свинцевого припою. Серед останніх провідного значення набувають свинець, олово, кадмій, оксид вуглецю та інші хімічні речовини (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Хімічний склад різних марок свинцево-олов'яного припою

Марка припою	Уміст металів, %						t _{плавл.} , °C
	Sn	Pb	Sb	Bi	Cd	Zn	
ПОССу 4-6	3-4	90-92	5-6	–	–	–	265
ПОССу 30-2	30	60	5-6	–	–	–	–
ПОСК 50-18	49-51	29,8-33,8	0,2	–	17-19	–	222
ПОСВ 33	33,4	33,3	–	33,3	–	–	130
П 250	80	–	–	–	–	20	280
П 200	90	–	–	–	–	10	200
Сплав д'Арсенваля	9,4	45,1	–	45,5	–	–	79
Сплав Вуда	12,5	25	–	50	12,5	–	60

Результати дослідження проб повітря робочої зони працівників, відібраних під час виконання операцій зі спаювання, ізоляції та герметизації ділянок з'єднання електричних кабелів показали, що максимально разові концентрації свинцю коливалися в межах 0,014–0,018 мг/м³. Такі концентрації свинцю в повітрі робочої зони перевищують ГДК у 1,4–1,8 рази. Разом з цим, максимально разові концентрації інших важких металів, зокрема, олова, кадмію та цинку, що входять до складу флюсів і припою, не перевищували ГДК, так само, як і інших шкідливих речовин, зокрема, виробничого пилу, оксидів азоту, оксиду вуглецю та діоксиду сірки (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Умови праці електромонтерів з ремонту та монтажу кабельних ліній за показниками концентрації в повітрі шкідливих хімічних речовин

Показник	Шкідлива речовина							
	Пил виробничий	Свинець	Олово	Кадмій	Цинк	Азоту оксид	Вуглецю оксид	Сірки діоксид
Клас небезпеки	4	1	2	1	2	3	4	3
ГДК, мг/м ³	6,0	0,01	1,0	0,05	0,5	5,0	20,0	10,0
Концентрація в повітрі, мг/м ³	2,6	0,018	0,6	0,01	0,25	3,6	1,5	6,8
Клас та ступінь шкідливості	2	3,1	2	2	2	2	2	2

Гігієнічні дослідження, проведені на робочих місцях електромонтерів з ремонту та монтажу електромереж, показали, що більшість виробничих операцій, пов'язаних з розмотуванням і прокладанням кабелю, а також монтажем електрообладнання працівники виконують вручну, що характеризує їхні умови праці як важкі. Про це свідчать показники маси

вантажу, яку підіймають та переміщують працівники вручну (37 кг), кількості вимушених нахилів корпусу (до 120 разів за одну зміну), періодичного перебування працівників у незручній, фіксованій позі або в позі «стоячи» (до 50 % часу одної робочої зміни). За цими показниками характер праці електромонтерів характеризується як важка фізична праця 3.1 ступеня шкідливості.

Результати оцінення гігієнічних умов праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості праці дозволяють провести оцінювання групового професійного ризику для електромонтерів з ремонту та монтажу кабельних ліній. Результати такого оцінення показали, що «середній» (3.2) груповий можливий професійний ризик для працівників формується за рахунок небезпечних концентрацій свинцю в повітрі робочої зони (перевищення ГДК у 1,8 раза), несприятливого мікроклімату, а також факторів, що визначають у працівників характер важкої та напруженої праці (табл. 2.5). Це визначає необхідність прийняття відповідних управлінських рішень щодо першочерговості та характеру застосування організаційних і профілактичних заходів, спрямованих на зниження професійного ризику.

На підставі міжнародних рекомендацій щодо оцінювання професійного ризику для здоров'я працівників, які зазнають виробничого впливу свинцю на організм, оцінюються дані біомоніторингу свинцю за показником його концентрації в крові. Як свідчать дані біомоніторингу свинцю, проведені за показником Pb–К у 146 працівників зі стажем роботи в професії електромонтер з ремонту та монтажу кабельних мереж упродовж останніх 8–10 років і, які під час виконання операцій зі спаювання, ізоляції та герметизації ділянок з'єднання електричних кабелів зазнають дії свинцю на організм, у всіх обстежених працівників Pb–К коливався в межах 1,34–2,31 мкмоль/л. Водночас у 95 з них (65 %) Pb–К відповідав його допустимим значенням (0,96–1,93 мкмоль/л), що вказує на наявність носіїв металу в організмі працівників, а в 51 обстежених (35%) цей показник перевищував верхню межу фізіологічної норми (1,93 мкмоль/л), що характеризує загрозу для їхнього здоров'я (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 – Професійний ризик захворювання електромонтерів з ремонту та монтажу кабельних ліній за результатами гігієнічного оцінювання умов праці

Клас і ступінь шкідливості факторів виробничого середовища та трудового процесу						Загальна оцінка умов праці	Професійний ризик
шкідливі речовини	шум	мікроклімат	неіонізуючі електромагнітні випромінювання	важкість праці	напруженість праці		
3,1	2	3,2	2	3,1	3,1	3,2	3,2

Таким чином, результати проведених гігієнічних досліджень показують, що в структурі виробничих факторів, які формують високий груповий професійний ризик для електромонтерів з ремонту та монтажу кабельних ліній, провідного значення набуває комбінована дія на їхній організм ком-

плексу шкідливих виробничих факторів. Серед останніх провідного значення набуває несприятливий виробничий мікроклімат, свинець, аерозоль якого виділяється в повітря робочої зони, а також важкий та напружений характер праці. Це визначає необхідність застосування системи технічних і гігієнічних, а також профілактичних та лікувально-оздоровчих заходів, спрямованих на зниження професійного ризику, профілактику професійних захворювань та збереження здоров'я працівників, які працюють у професії електромонтер з ремонту та монтажу кабельних ліній на підприємстві.

Запитання для самоконтролю

1. Дайте означення умов праці.
2. Яка мета атестації робочих місць за умовами праці?
3. Для яких підприємств енергетичної галузі проводять атестацію робочих місць?
4. Які робочі місця підлягають атестації?
5. Склад комісії з атестації робочих місць за умовами праці?
6. Які завдання входять до вирішення атестаційною комісією?
7. Як встановлюється періодичність проведення атестації?
8. Що передбачає оцінення гігієнічних умов праці електротехнічного персоналу?
9. Які класи умов праці існують, виходячи з принципів Гігієнічної класифікації праці, умови праці?
10. Яким чином розраховуються доплати за роботу у несприятливих умовах праці?
11. Що складається за результатами роботи атестаційної комісії?
12. Які дії має зробити роботодавець на основі результатів атестації?
13. Який термін зберігання атестаційних документів встановлено державою?
14. Які фактори впливають на формування умов праці?
15. Які застосовуються санітарні норми під час аналізу умов праці?
16. Як здійснюється обґрунтування віднесення робочого місця до відповідної категорії важкості?
17. Назвіть пільги і компенсації працівникам залежно від умов праці.

3 ПРОБЛЕМИ ПРОФІЛАКТИКИ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ

3.1 Стан виробничого травматизму в енергетичній галузі

Виробничий травматизм давно став однією з найважливіших медико-соціальних проблем всіх країн світу, зокрема і України. За оцінками Міжнародного бюро праці щорічно нещасні випадки на виробництві і професійні захворювання забирають життя приблизно 2 млн чоловік і обходяться глобальній економіці в 1,25 трлн доларів США. Статистичні дані Міжнародної Організації Праці (МОП) свідчать, що 4 % світового валового продукту втрачається внаслідок нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.

Законодавство України з охорони праці встановлює єдині вимоги до роботодавців усіх рівнів щодо створення безпечних умов праці. Але, як показує досвід, на практиці ці вимоги не завжди виконуються. Особливо це стосується підприємств малого та середнього бізнесу, що часто обумовлено конкуренцією, економією коштів на охороні праці. Незадовільна організація умов і безпеки охорони праці, порушення технологічної та трудової дисципліни, безвідповідальність керівників підприємств у сучасних умовах господарювання призводить до нещасних випадків на виробництві, наслідком яких є профзахворювання та травматизм.

Сучасний стан охорони праці на підприємствах, які знаходяться у сфері управління Міністерства енергетики України також не можна вважати задовільним. На електричних станціях, підстанціях та підприємствах електричних мереж надвисокої напруги (НВН) в експлуатації знаходиться велика кількість силового та комутаційного обладнання, яке відпрацювало чимало років і потребує реконструкції та збільшення кількості проведення ремонтних робіт, що призводить до підвищення ризику виробничого травматизму.

Травми та професійні захворювання, що сталися з робітником у процесі виконання ним трудових обов'язків, внаслідок яких заподіяно шкоду здоров'ю або настала смерть, відносять до статті *«нещасний випадок на виробництві»*.

Класифікацію травм за видами впливу чинників виробничого середовища подано на рис. 3.1.

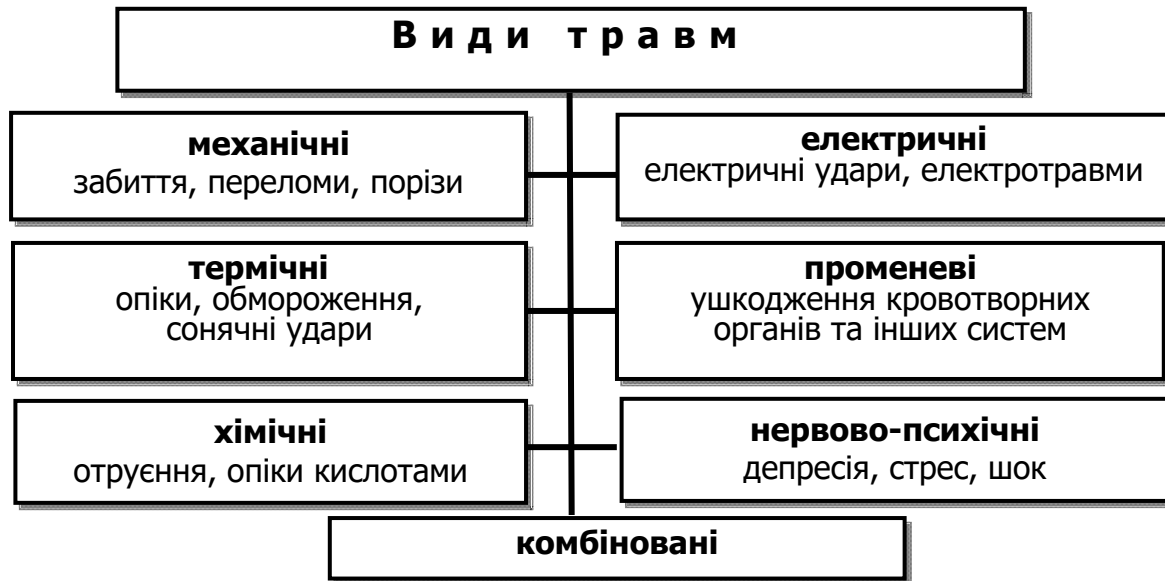


Рисунок 3.1 – Класифікація травм за видами впливу чинників виробничого середовища

Перелік професійних основних захворювань затверджено постановою Кабінету Міністрів України зі змінами № 294 від 26.04.2017.

Прикладом таких захворювань можуть бути: гострі хронічні інтоксикації та їх наслідки (хімічних фактори); пневмоколіози, силікоз, хронічний бронхіт (промислових аерозолів); гостра променева хвороба, гострі променеві ураження (іонізуючі випромінювання); радикуліт (фізичні перевантаження та перенапруження органів і систем) тощо.

Класифікацію нещасних випадків за: видами наслідків, типами відповідальності, зв'язком із виконанням трудових обов'язків подано на рис. 3.2.

Сучасний стан промислової безпеки і охорони праці на підприємствах України та тих, які знаходяться у сфері ПЕК України, не можна вважати задовільним. Про це свідчить розподіл кількості потерпілих від нещасних випадків за даними актів Н-1/П за найбільш травмонезбезпечними галузями економіки підприємств, де стався нещасний випадок (таблиця 3.1).

Тільки у I півріччі 2020 року робочими органами виконавчої дирекції Фонду зареєстровано 1 834 (з них 153 – смертельно) потерпілих від нещасних випадків на виробництві, на яких складено акти за формою Н-1/П. Зокрема складено 1 384 (смертельно – 56) актів за формою Н-1/П на випадки, що сталися і розслідування яких закінчилось у звітному періоді, та 450 (смертельно – 97) актів на випадки, що сталися у минулих роках, а акти на них складено у звітному періоді.

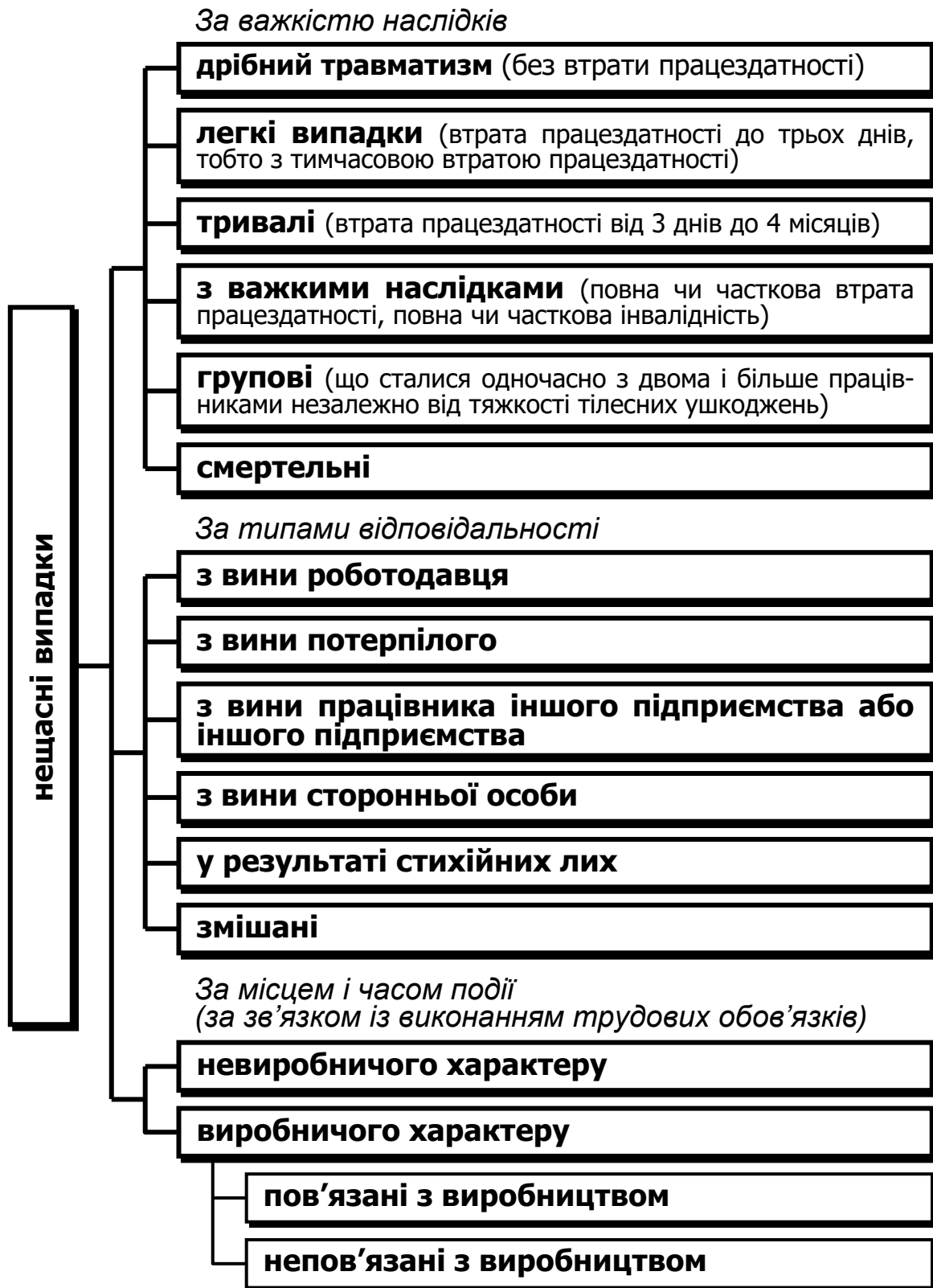


Рисунок 3.2 – Класифікація нещасних випадків

Загальна кількість встановлених діагнозів професійних захворювань за I півріччя 2020 року по Україні становить 2037 діагнозів, це за умов, що за підсумками 2019 року промисловість України скоротилася на 1,8 %.

Таблиця 3.1 – Розподіл кількості потерпілих від нещасних випадків за даними актів Н-1/П за I півріччя 2020 року найбільш травмонебезпечних галузей економіки, де стався нещасний випадок

Ч.ч.	Галузь економіки підприємств, де стався нещасний випадок	Кількість складених актів		У відсотках до загальної кількості	
		Всього	зокрема смертельно	Всього	зокрема смертельно
1	2	3	4	5	6
Всього по Україні		1 834	153	100,0	8,3
Зокрема:					
1	Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	306	10	16,7	0,5
2	Охорона здоров'я	278	5	15,2	0,3
3	Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	173	25	9,4	1,4
4	Сільське господарство, лісове господарство та рибне господарство	112	22	6,1	1,2
5	Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	106	11	5,8	0,6
6	Металургійне виробництво, виробництво готових металевих виробів, крім машин і устаткування	85	10	4,6	0,5
7	Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	82	4	4,5	0,2
8	Будівництво	80	15	4,4	0,8
9	Освіта	78	12	4,3	0,7
10	Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	69	9	3,3	0,5
11	Виробництво харчових продуктів, напоїв і тютюнових виробів	62	5	3,4	0,3
12	Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	48	2	2,6	0,1
13	Виробництво гумових і пластмасових виробів, іншої неметалевої мінеральної продукції	45	3	2,5	0,2
14	Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	44	3	2,4	0,2
15	Виготовлення виробів із деревини, паперу та поліграфічна діяльність	35	2	1,9	0,1
16	Виробництво машин і устаткування	34	3	1,9	0,2
17	Інші види переробної промисловості, ремонт і монтаж машин та устаткування	29	4	1,6	0,2
18	Виробництво транспортних засобів	22	1	1,3	0,1
19	Наукові дослідження та розробки	20	2	1,1	0,1

Як видно за табл. 3.1 та звітів щодо стану охорони праці на підприємствах ПЕК України, показники травматизму для підприємств енергетичної

галузі залишаються також на високому рівні що свідчить про актуальність вирішення питань охорони праці.

Так у 2020 році на підприємствах ПЕК, згідно з наданими звітами, сталося 97 нещасних випадків на виробництві, зокрема 10 групових (у 2019 році – 6, збільшення на 4 випадки).

Внаслідок настання нещасних випадків на виробництві було травмовано 128 працівників.

Нещасних випадків на виробництві із смертельним наслідком у звітному році сталося 18 (у 2019 році – 14, збільшення на 4 випадки), під час яких загинуло 19 (у 2019 році – 17).

Під час 10 групових нещасних випадків, які сталися у 2020 році, було травмовано 30 працівників (у 2019 році – 10 осіб), під час яких загинуло 4 (у 2019 році – 4 працівника).

Аналіз причин травматизму показав, що найбільша кількість нещасних випадків на виробництві стались у результаті:

- події під час руху транспортних засобів усіх видів, зокрема під час ДТП, у яких загинуло 3 особи, (у 2019 році – 23, загинуло 4 ос.), 21 %;
- унаслідок ураження електричним струмом загинуло 12 ос., (у 2019 році – 19, загинуло 11 ос.), 19 %;
- падіння потерпілого з висоти, коли загинула 1 особа, (у 2019 році – 19, без загиблих), 11 %;
- у результаті дії предметів, деталей обладнання, машин і механізмів що рухаються (у 2019 році – 3) 11 %;
- падіння, обрушення, обвалення предметів, матеріалів, породи, ґрунту тощо, зокрема обвалення та обрушення породи, під час яких загинула 1 особа, (у 2019 році – 7, без загиблих) 6 %;
- ушкодження внаслідок контакту з тваринами, комахами, іншими представниками фауни та флори (у 2019 році – 8) 4 %;
- дія температур, пожежі, вибухів, шкідливих і токсичних речовин;
- утоплення, асфіксії, вбивство або травма, заподіяна іншими, самогубство, зникнення, події суспільного життя (у 2019 році – 8, загинула 1 ос.) 4 %;
- внаслідок інших видів подій, під час яких загинуло 2 ос., (у 2019 році – 46, загинула 1 ос.) 24 %.

З вищезазначеного випливає, що вимога абсолютної безпеки, яка панувала у радянському суспільстві, навряд чи була виправдана, оскільки, з одного боку, будь-який вид людської діяльності носить імовірнісний характер і в силу цього пов'язаний з деяким початковим ризиком. З іншого боку, вимога повного виключення ризику аварій, загибелі людей приводить до абсурду – необхідності відмови від електрики, транспорту й багатьох інших породжень технічного прогресу. Ризик у сучасному житті принципово неусувний, й абсолютна безпека неможлива в жодній сфері людської діяльності.

Вирішення проблеми зменшення травматизму та професійного захворювання необхідно на основі системного та ризик-орієнтовного підходів, які б дозволили обирати оптимальний комплекс засобів та заходів для мінімізації ризику електротравматизму й професійного захворювання на різних ієрархічних рівнях, удосконалення захисту персоналу, який взаємодіє з електроустановками, що винятково важливо для розвитку України.

Зниження виробничого травматизму і захворюваності в електроенергетиці проводиться шляхом обґрунтування та розробки заходів щодо профілактики виробничого травматизму у галузі електроенергетики з урахуванням його причин. Для виявлення причин, з яких сталися нещасні випадки (НВ), професійні захворювання (ПЗ) і аварії, що сталися з працівниками на підприємствах, в установах та організаціях незалежно від форми власності або в їх філіях (далі – підприємства) важливо правильно організувати розслідування цих випадків.

3.2 Організація розслідування нещасних випадків, які сталися на підприємстві

Нещасні випадки, професійні захворювання і аварії, що сталися на виробництві, підлягають розслідуванню. Розслідування проводиться відповідно до нового Порядку проведення розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві, затвердженого постановою КМУ від 17.04.2019 № 337 (далі – Порядок № 337). Порядок № 337 визначає процедуру проведення розслідування та обліку нещасних випадків (НВ), професійних захворювань (ПЗ) та аварій на виробництві. Вимоги Порядку поширюються на всіх юридичних і фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та осіб, зазначених у пункті 1 Порядка.

Рішення щодо визнання зв'язку нещасного випадку та/або гострого професійного захворювання з виробництвом приймається комісією шляхом голосування простою більшістю голосів. Якщо однакова кількість голосів членів комісії, то голос голови комісії є вирішальним.

З 1 липня 2020 року вступив у силу строк давності для розслідування НВ на виробництві і ПЗ, який становитиме три роки з дня їх настання. Водночас, розслідування проводиться незалежно від дати їх настання, у разі встановлення факту НВ рішенням суду.

Новий Порядок № 337, крім того, збільшив строки проведення розслідування НВ та/або гострого ПЗ (отруєння) до 5 робочих днів (проти 3 днів у попередній редакції), спеціального розслідування – до 15 робочих днів (проти 10 днів). За результатами роботи комісії з розслідування складається акт за формою Н1/П (якщо нещасний випадок пов'язаний із виробництвом) або Н-1/НП (якщо не пов'язаний), акт за формою Н-5 скасовано.

Потерпілий або працівник, який виявив НВ, гостре ПЗ (отруєння), чи інша особа (свідок НВ) мають:

– вжити необхідні заходи для надання долікарської допомоги потерпілому;

– негайно повідомити про НВ керівника робіт, службу охорони праці підприємства або іншу уповноважену особу підприємства.

Безпосередній керівник робіт чи інша уповноважена особа підприємства зобов'язані:

– терміново організувати надання першої долікарської допомоги потерпілому та забезпечити його направлення до закладу охорони здоров'я (у разі потреби);

– негайно повідомити роботодавцеві про те, що сталося;

– якщо немає загрози до життя та здоров'ю інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків або порушення виробничих процесів, зберегти до прибуття комісії з розслідування НВ обстановку на робочому місці у такому стані, в якому вони були на момент нещасного випадку.

У разі отримання інформації про НВ від безпосереднього керівника робіт, повідомлення від закладу охорони здоров'я, заяви потерпілого, членів його сім'ї чи уповноваженої ним особи тощо, роботодавець зобов'язаний протягом двох годин повідомити за додатком 2 Порядку № 337 підприємства чи установи не пізніше наступного робочого дня.

Повідомлення про НВ надається:

- територіальному органу Держпраці;
- робочому органу Фонду;
- керівникові підприємства, на території якого стався НВ, якщо потерпілий є працівником іншого підприємства;
- керівникові первинної організації профспілки незалежно від членства потерпілого в профспілці (а у разі відсутності профспілки – уповноваженій найманими працівниками особі з питань охорони праці);
- уповноваженому органу чи наглядовій раді підприємства (у разі її утворення);
- органів ДСНС у разі, коли нещасний випадок стався внаслідок пожежі.

Відповідно до пункту 10 Порядку № 337, якщо НВ підлягає спеціальному розслідуванню, повідомлення про нещасний випадок додатково надсилається: місцевій держадміністрації або органу місцевого самоврядування (у разі відсутності уповноваженого органу чи наглядової ради підприємства); органу галузевої профспілки вищого рівня, а у разі його відсутності – територіальному профоб'єднанню; органу поліції (у разі настання НВ, що призвели до тяжких (зокрема з можливою інвалідністю потерпілого) чи смертельних наслідків, смерті працівника під час виконання ним трудових (посадових) обов'язків).

3.2.1 Організація роботи комісії з проведення розслідування нещасних випадків

Розглянемо, як утворюють комісії й організують роботу комісії з проведення розслідувань НВ по-новому (утратив чинність Порядок проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві, затверджений постановою КМУ від 30.11.2011 р. № 1232).

На підприємстві (в установі, організації) за наказом роботодавця не пізніше наступного робочого дня після отримання інформації про НВ, утворюється комісія з розслідування нещасних випадків і/або гострих професійних захворювань (отруєнь), (далі – комісія з розслідування) (рис. 3.3).

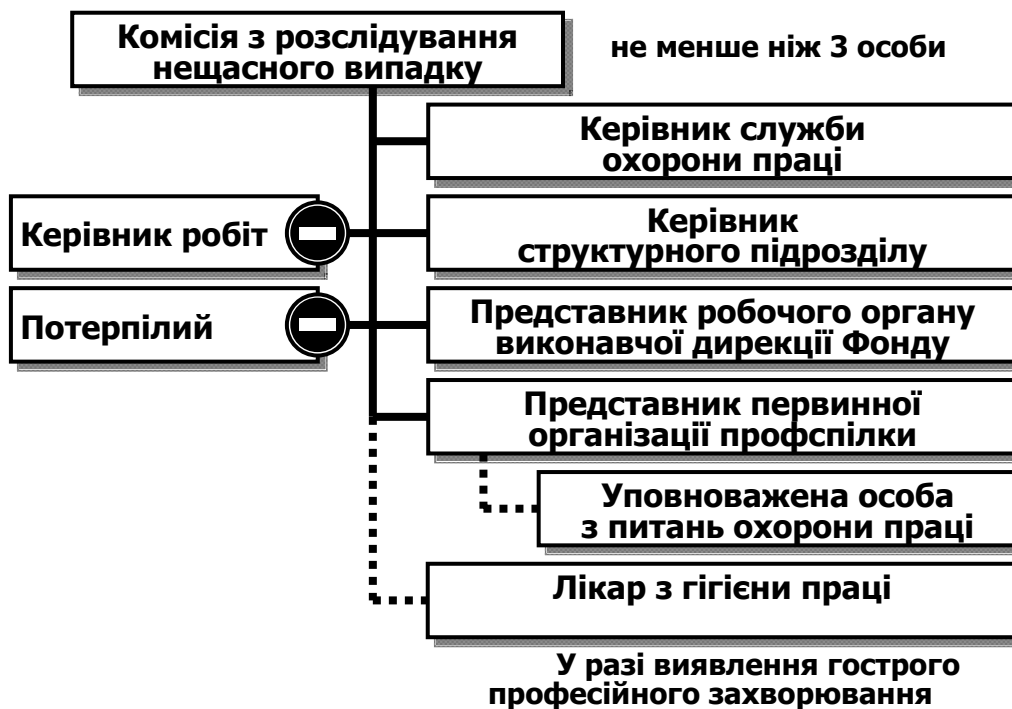


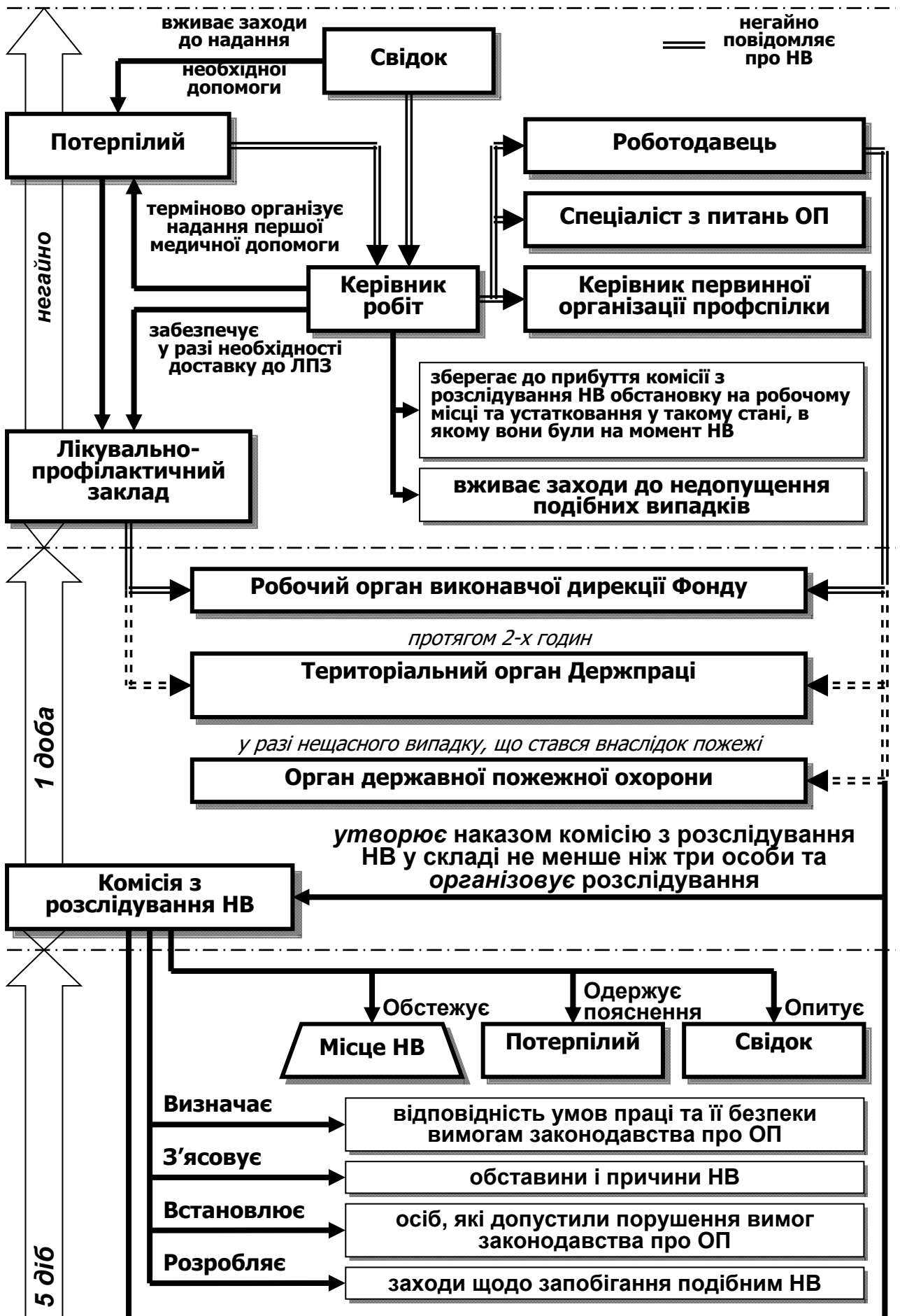
Рисунок 3.3 – Склад комісії з розслідування нещасного випадку

Спеціальну комісію створюють протягом одного робочого дня після отримання від роботодавця письмового повідомлення про нещасний випадок або за інформацією, отриманою з інших джерел (від органу досудового розслідування, звернень потерпілого або членів його сім'ї чи уповноваженої ними особи, первинних організацій і територіальних об'єднань профспілок) (п. 14 Порядку № 337).

3.2.2 Процедура розслідування та обліку нещасних випадків

Розслідування нещасного випадку – це з'ясування обставин, за яких стався нещасний випадок, встановлення причин, які його викликали та розробка заходів щодо їх попередження.

На рисунку 3.4, відповідно до Порядку № 337, подано процедуру розслідування нещасних випадків.



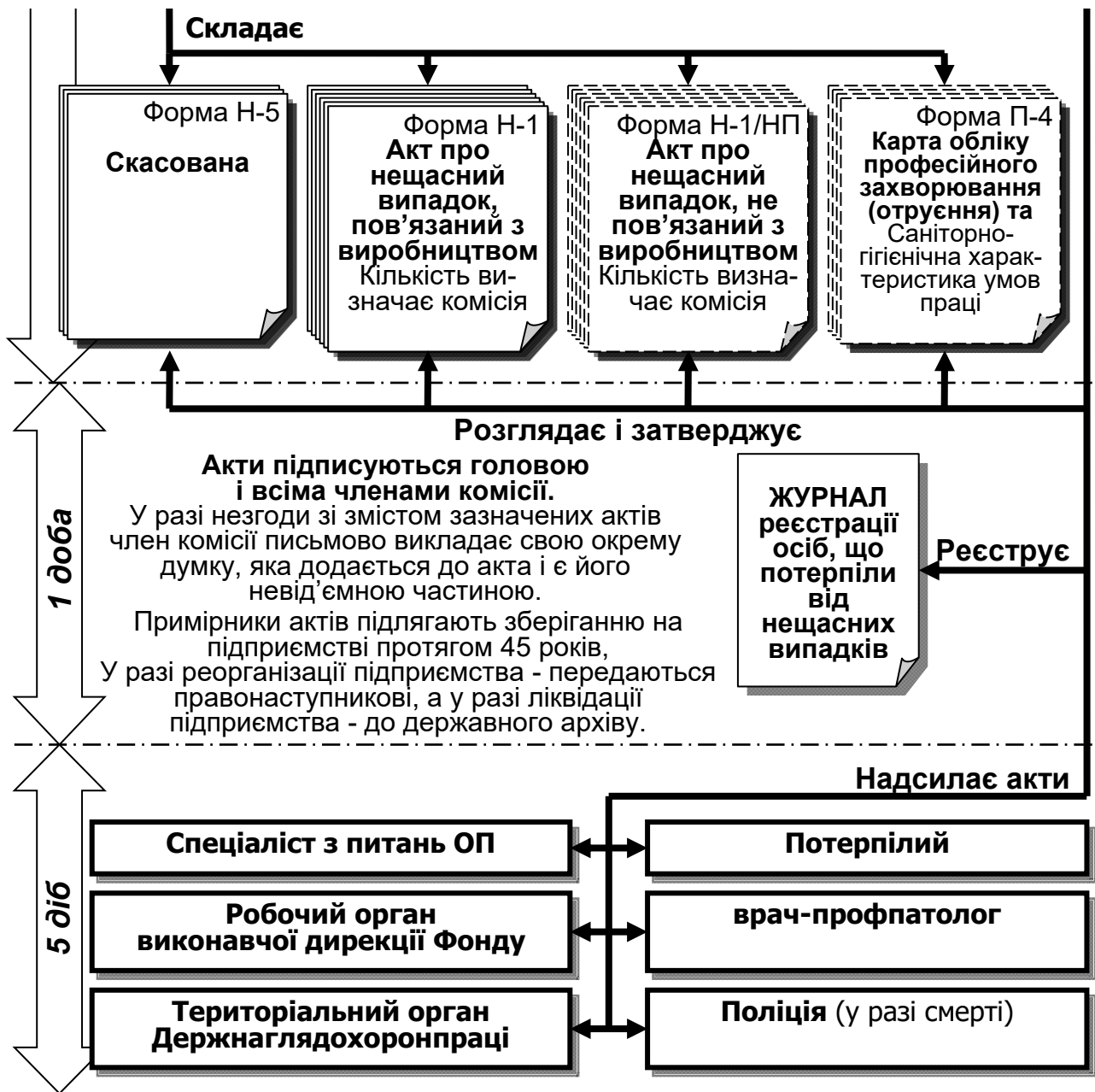


Рисунок 3.4 – Порядок розслідування нещасних випадків

У Порядку № 337 з'явилося нове поняття – *прихований НВ* на виробництві. Це НВ, про який роботодавець, постраждалий або працівник, що виявив його, не повідомив у встановлений строк відповідні органи і установи.

3.2.3 Нюанси спеціального розслідування

В окремих випадках (наприклад, у разі настання НВ із смертельним наслідком, групових НВ і т. д.) проводиться спеціальне розслідування НВ/ГПЗ (п. 10 Порядку № 337).

Порядок № 337 додав нові підстави для проведення спец. розслідування:

- з особами, які працюють на умовах цивільно-правового договору, за іншими підставами, передбаченими законом, ФОП, незалежними професіоналами, членами фермерського господарства;
- з особами, фактично допущеними до роботи без оформлення трудового договору (контракту);
- факт настання яких установлений в судовому порядку, а підприємство (установа, організація), на якому вони сталися, ліквідовано без правонаступника.

Крім того, тепер спец. розслідуванню підлягають також ГПЗ (отруєння), які призвели до тяжких або смертельних наслідків. Важливо відмітити, що у разі настання перелічених вище випадків роботодавець, дізнавшись про те, що сталося, повідомляє компетентні органи, відправивши їм Повідомлення про НВ (як у випадку звичайного розслідування).

Водночас додатково оповіщає:

- місцеву держадміністрацію або орган місцевого самоврядування (у разі відсутності уповноваженого органу або наглядової ради підприємства);
- орган галузевої профспілки вищого рівня (у разі його відсутності – територіальне профоб'єднання);
- орган поліції (у разі настання НВ/ГПЗ, які призвели до тяжких або смертельних наслідків, смерті працівника під час виконання ним трудових обов'язків).

Новим є те, що у Повідомленні про НВ, яке подається територіальному органу Держпраці, роботодавець зазначає кандидатури представників підприємства для введення їх до складу спеціальної комісії.

Адже, як і раніше, комісію із спец. розслідування утворює Держпраці та/або її територіальний орган (а не роботодавець) (п. 14 Порядку № 337). Перелік обов'язків комісії наведено у п. 33 Порядку № 337.

В переліку обов'язків спец. комісії є зміни: тепер туди входить вивчення документів, що дозволяють відстежити походження нехарчової продукції, за використання (експлуатації) якої сталися НВ, і подання таких документів в орган державного ринкового нагляду (у разі проведення спеціального розслідування).

Увага! Роботодавець може провести розслідування (у звичайному порядку) лише за письмовим дорученням територіального органу Держпраці, наданим йому протягом наступного робочого дня після отримання органом Держпраці Повідомлення про НВ (п. 10 Порядку № 337).

3.3 Класифікація причин виробничого травматизму та методів його аналізу

Для профілактики профзахворювань та травматизму важливе значення має класифікація причин їх виникнення.

Під час встановлення причин нещасного випадку зазначаються і кодуються три групи причин відповідно до класифікатора: технічні, організаційні та психофізіологічні.

До *технічних причин* належать: конструктивні недоліки, недосконалість, недостатня надійність засобів виробництва, транспортних засобів;

неякісне виконання будівельних робіт; відсутність проектної документації на будівництво, реконструкцію виробничих об'єктів, будівель тощо; недосконалість, невідповідність вимогам безпеки технологічного процесу, засобів виробництва, засобів захисту, транспортних засобів та ін.; незадовільний стан виробничого середовища (несприятливі умови, підвищена концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони; незадовільна освітленість, підвищений рівень шуму та ін.);

До *організаційних причин*, які обумовлюють рівень організації праці на виробництві та безпеку діяльності самої людини, належать: незадовільне функціонування, недосконалість або відсутність системи управління охороною праці; відсутність або неякісне проведення навчання з охорони праці; порушення режиму праці та відпочинку; залучення до роботи працівників не за спеціальністю (професією); невиконання посадових обов'язків; неякісна розробка та недосконалість інструкцій з охорони праці або їх відсутність; невикористання засобів індивідуального та колективного захисту; виконання робіт з несправними засобами захисту, системами сигналізації, вентиляції тощо.

Психофізіологічні причини пов'язані з несприятливою особливістю людського фактора щодо невідповідності психологічних, анатомо-фізіологічних особливостей організму людини для певних умов праці: алкогольне, наркотичне сп'яніння; незадовільні фізичні дані або стан здоров'я; незадовільний психологічний клімат у колективі інші причини.

Серед причин, не внесених у класифікатор, потрібно також враховувати, що під час розгляду нещасного випадку зазначається основна причина і супутня. Як свідчить міжнародна статистика, через вину людини відбувається близько 90% нещасних випадків. За даними статистичних досліджень людським факторам приділяється другорядна роль, що пояснюється недосконалістю об'єктивних методів оцінення впливу цих причин на виникнення нещасного випадку.

З метою встановлення закономірностей виникнення травм на виробництві та розробки ефективних профілактичних заходів проводиться аналіз виробничого травматизму (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – Методи аналізу виробничого травматизму

Статистичний метод ґрунтується на вивченні причин травматизму за документами, що реєструють нещасні випадки (акти за формою Н-1, листки тимчасової непрацездатності), за певний період часу (квартал, півріччя, рік); у випадку професійних захворювань аналізуються дані карт обліку професійних захворювань за формою П-4, які складаються на підставі актів розслідування випадків профзахворювань.

Цей дає можливість визначити порівняльну динаміку травматизму за окремими галузями, підприємствами, цехами, ділянками. Для оцінювання рівнів травматизму використовуються відносні показники (коефіцієнт частоти, важкості та втрат).

За *коефіцієнт частоти травматизму* $K_{\text{ч}}$ береться кількість нещасних випадків, що припадають на 1000 працівників за певний період:

$$K_{\text{ч}} = \frac{n}{P} 1000,$$

де n – число НВ за звітний період;

P – за той самий період середньооблікова кількість працівників.

Коефіцієнт тяжкості травматизму $K_{\text{т}}$ характеризує середню кількість днів непрацездатності, що припадають на один нещасний випадок:

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{n},$$

де D – сумарна кількість днів непрацездатності за всіма НВ за звітний період.

Показник загального травматизму характеризує *коефіцієнт втрат* $K_{\text{в}}$, який визначається як кількість людино-днів непрацездатності, що припадають на 1000 працівників. У ці показники не вносяться групові та смертельні нещасні випадки:

$$K_{\text{в}} = K_{\text{ч}} \cdot K_{\text{т}} = \frac{D}{P} 1000.$$

Зміна коефіцієнтів частоти, важкості і втрат протягом ряду періодів дозволяє оцінити динаміку промислового травматизму та ефективність заходів попередження травматизму.

До різновидів статистичного аналізу відносять груповий і топографічний.

Груповий метод аналізу травматизму ґрунтується на повторюваності нещасних випадків незалежно від тяжкості ушкоджень за групами та певними ознаками (причинами, видом робіт, обладнанням, віком, статтю потерпілого, кваліфікацією, спеціальністю, нещасних випадків тощо) з метою виявлення найчастіше повторюваних випадків за однаковими обставинами.

Топографічний метод полягає у вивченні причин нещасних випадків щодо місця їх виникнення, дає наочне уявлення про місця зосередження травматизму, які потребують відповідних профілактичних заходів.

Монографічний метод включає детальне дослідження всього комплексу умов, у яких стався нещасний випадок: процеси, устаткування, матеріали, захисні засоби, умови виробничої обстановки та ін.

Економічний метод полягає у визначенні економічного збитку від виробничого травматизму, а також в оціненні ефективності витрат, що спрямовані на попередження нещасних випадків, з метою оптимального розподілу коштів на заходи щодо охорони праці.

Матеріальні витрати

$$M_{TP} = П_{TP} + E_{TP} + C_{TP},$$

де $П_{TP}$ – витрати виробництва внаслідок НВ;

E_{TP} – економічні витрати;

C_{TP} – соціальні витрати.

Економічні наслідки непрацездатності поділяються на дві групи:

– загальнодержавні витрати і збори K ;

– втрати і збитки виробничих підприємств C_B .

$$K = \sum_{i=1}^{i=10} Z_i + B,$$

де ΣZ_i – розміри витрати і збитків, які несе суспільство в цілому для відновлення здоров'я в кожному випадку втрати працездатності;

B – величина еквівалента заробітної плати, несплаченої за час хвороби робітника в розрахунковому періоді.

У кожному випадку втрати працездатності *сума еквівалента неодержаної робітником заробітної плати*

$$B = \frac{B'}{t} T,$$

де B' – сума заробітної плати за три місяці, які передували захворюванню;

t – кількість відпрацьованих днів за ці місяці;

T – тривалість хвороби в робочих днях.

Економічні втрати виробничих підприємств та організацій у випадку тимчасової чи довготривалої непрацездатності працівників колективу:

$$C_n = P + \sum_{i=1}^{i=10} C_i + П_B,$$

де P – втрати кількості виробленої продукції за період непрацездатності, у кожному випадку непрацездатності;

$$P = \alpha \cdot P_0 \cdot T_i,$$

де α – коефіцієнт, який враховує поправку до кількості виробленої продукції внаслідок різниці в кваліфікації потерпілого усередненого розряду і середньооблікового працівника та розраховується відношенням тарифного коефіцієнта розряду потерпілого K_Φ до тарифного коефіцієнта розряду середньооблікового працівника K_C ;

P_0 – середньоденний виробіток продукції, що припадає на один відпрацьований людино-день у розрахунковому періоді;

T_i – тривалість хвороби в робочих днях;

C_i – втрати і збитки, котрі несе безпосередньо організація при втраті працівником працездатності;

P_B – допомога по тимчасовій непрацездатності з Фонду соціального страхування.

Загальні матеріальні витрати

$$P_3 = P_T + T_B,$$

де P_T – матеріальні наслідки травматизму;

T_B – матеріальні наслідки захворювань, пов'язаних з несприятливими умовами праці.

Матеріальні наслідки травматизму (P_T) складаються з таких основних елементів:

$$P_3 = P_1 + P_2 + P_3.$$

Вартість за листками непрацездатності в результаті травматизму

$$P_1 = O_B \cdot P_{PD},$$

де O_B – середня оплата листка непрацездатності за день або середня заробітна плата потерпілого за день;

P_{PD} – кількість робочих днів, втрачених внаслідок нещасних випадків.

Вартість недоданої продукції в результаті нещасних випадків

$$P_2 = V_D \cdot P_{PD},$$

де V_D – середньоденний виробіток одного робітника, грн.

Розмір інших втрат внаслідок травматизму

$$P_3 = C_1 + C_2 + D + Z_K + P_C,$$

де C_1 – кошти, витрачені на утримання стаціонарних хворих;

C_2 – кошти на лікування амбулаторних хворих;

D – доплата потерпілим у разі їх переводу на легшу роботу;

Z_K – витрати на підготовку кадрів, викликані вибуванням працівників з причини травм;

P_C – розміри допомоги, призначені потерпілим та їх сім'ям.

Матеріальні витрати в результаті захворювань

$$T_B = (O_B \cdot P_{PD} + V_D) \cdot 0,25,$$

де 0,25 – коефіцієнт, який враховує питому вагу працевтрат, пов'язаних з несприятливими умовами праці в загальній кількості втрат через захворювання.

Щорічна економія коштів на відшкодування потерпілим після впровадження варіанта заходу з охорони праці (очікуваний прибуток)

$$R_B = \frac{B_n \cdot \Delta m_k}{100},$$

де B_n – сума витрат на відшкодування потерпілим від аварій, нещасних випадків або професійних захворювань;

Δm_k – зменшення у відсотках очікуваної кількості аварій, нещасних випадків і професійних захворювань після впровадження варіанта працезохоронного заходу, що нейтралізує k -ту причину.

Метод фізичного і математичного моделювання застосовується на складних зразках техніки.

Поряд із традиційними методами аналізу травматизму можна відзначити деякі нові напрямки, характерні для дослідження умов безпеки праці та попередження травматизму, наприклад, такі як: метод експертних оцінок, який дає змогу дійти висновків на підставі узагальненого досвіду та інтуїції фахівців, що займаються питаннями охорони праці; методи спостережень та анкетувань, які дають можливість провести оцінювання факторів психологічного характеру; ергономічний метод, що ґрунтується на комплексному вивченні систем «людина – машина – виробниче середовище» (ЛМС), методів оцінювання ризиків небезпеки та ін.

З урахуванням масиву даних на рис. 3.6 показано аналіз стану виробничого травматизму в енергетичній галузі порівняно з іншими галузями економіки України за показником рівня травматизму (із розрахунку кількості травмованих на 100 000 працюючих) у 2019 році.

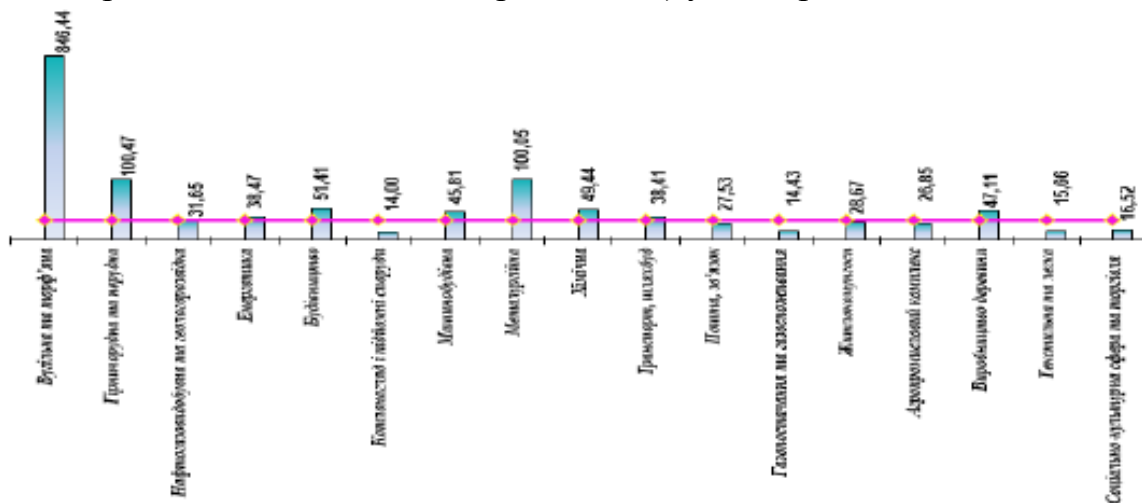


Рисунок 3.6 – Стан виробничого травматизму за показником рівня (із розрахунку кількості травмованих на 100 000 працюючих) у 2019 році

Аналіз оперативних даних на рис. 3.6 в енергетичній галузі (з розрахунку кількості травмованих на 100 тисяч працюючих) показує, що: рівень травматизму в галузі, залишається близьким до показника рівня виробничого травматизму в Україні (більше на 16 %), але рівень смертельного травматизму (із розрахунку кількості загиблих на 100 тисяч працюючих), в енергетичній галузі значно вище показника середнього рівня смертельного

виробничого травматизму в Україні (більше на 90 %). Отже, за 2018–2019 роки в енергетичній галузі України спостерігається тенденція до зростання рівня смертельного виробничого травматизму.

На рис. 3.7 показано стан виробничого травматизму зі смертельним наслідком за показником рівня травматизму (із розрахунку кількості травмованих на 100 000 працюючих) у 2019 році. Для аналізу виробничого травматизму вважалося, що на 2185 суб'єктах господарювання енергетичної галузі працює 314 561 робітників.

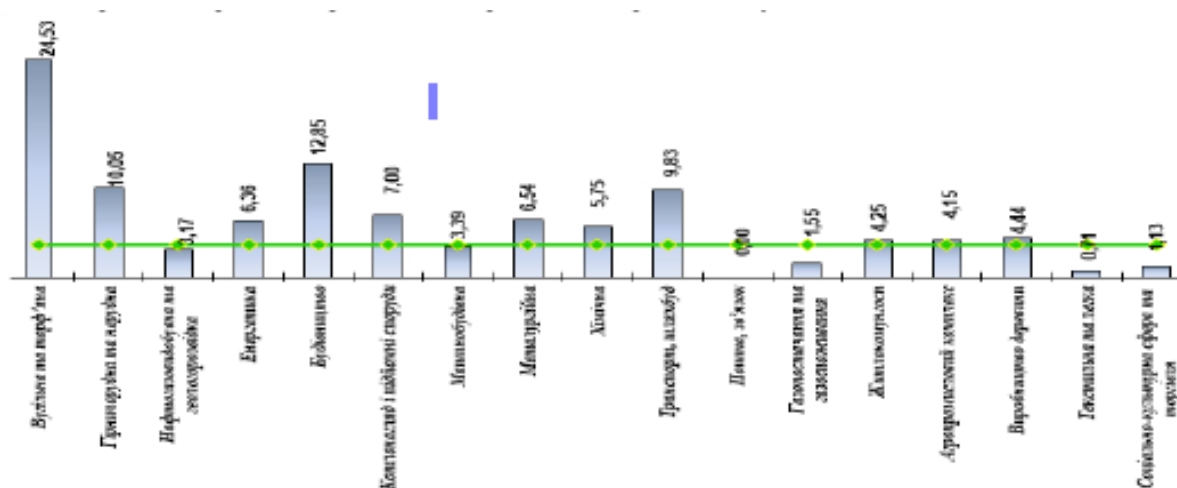


Рисунок 3.7 – Стан виробничого травматизму зі смертельним наслідком за показником рівня (з розрахунку кількості травмованих на 100 000 працюючих) у 2019 році

Протягом 2019 року порівняно з аналогічним періодом 2018 року кількість травмованих на виробництві збільшилася на 3 особи, або на 3 % (121 потерпілий проти 118, відповідно). Порівняно з 2018 роком рівень виробничого травматизму зі смертельними наслідками в 2019 році збільшився на 82 % або на 9 осіб (20 потерпілих проти 1, відповідно).

За видами подій протягом 2019 р. найбільша кількість нещасних випадків зі смертельними наслідками в енергетичній галузі, пов'язаних з виробництвом, припадає на:

- 1) пригоди (події) на транспорті (30 % від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі);
- 2) падіння, обрушення, обвалення предметів, матеріалів, породи, ґрунту тощо (5 % від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі);
- 3) ураження електричним струмом (55 % від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі);
- 4) дія температур (10% від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі).

До основних причин нещасних випадків зі смертельними наслідками за 2019 рік, пов'язаних з виробництвом, відносяться:

- організаційні (невиконання посадових інструкцій, посадових обов'язків, порушення вимог безпеки під час експлуатації об'єктів) – 73 % від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі;
- технічні (незадовільний технічний стан об'єктів, будівель, споруд, територій, засобів виробництва) – 14 % від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі;
- психофізіологічні причини (особиста необережність потерпілого) – 13 % від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі.

Найбільша кількість зі смертельних травм в енергетичній галузі за даними статистики припадає на електротравми. Розглянемо особливості електротравматизму та фактори, що обумовлюють його наслідки.

3.4 Особливості електротравматизму та фактори, що обумовлюють його наслідки

В енергетиці електротравматизм першочергово обумовлено експлуатацією зовнішніх електроустановок, до яких належать трансформаторні підстанції високої напруги, повітряні лінії електропередач, конденсаторні та перетворювальні установки. Домінуюче значення такого чинника впливає з аналізу причин травматизму за місцем їх виникнення: 47 % електротравм отримано в приміщеннях; 53 % – під час експлуатації зовнішніх електроустановок. На рисунку 3.8 подано розподіл потерпілих за роботами і іншими діями, відповідно.

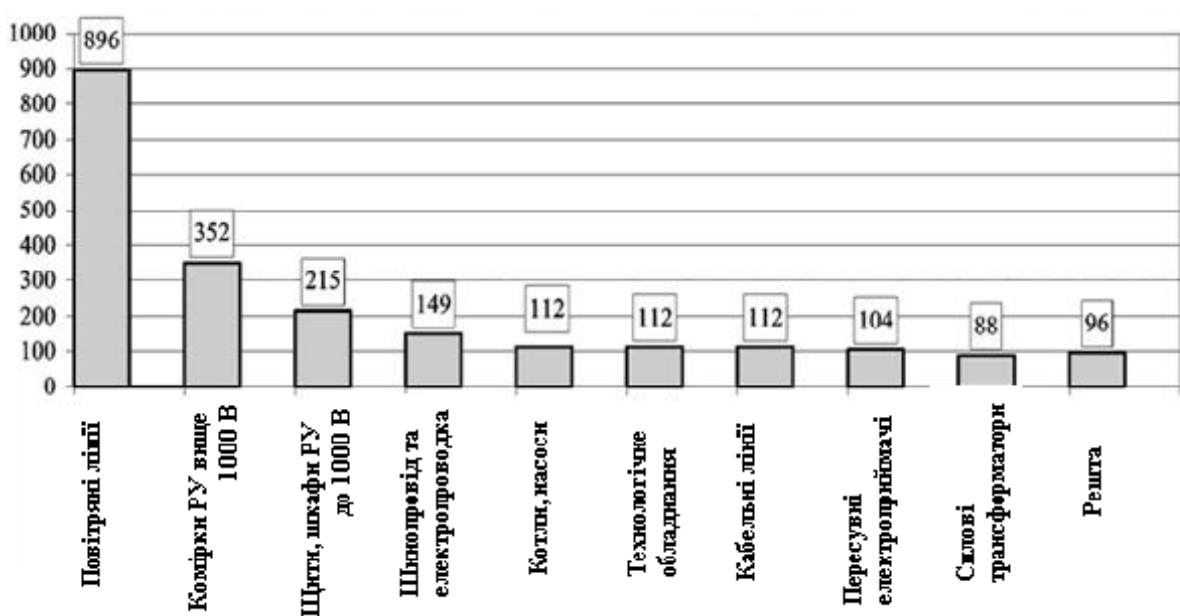


Рисунок 3.8 – Розподіл потерпілих за роботами і іншими діями

За умов невиконання вимог безпеки, відмови засобів захисту, на персонал, який обслуговує підстанції та лінії електропостачання надвисокої напруги, діє періодично або тривало електромагнітне поле промислової

частоти, через тіло людини проходить електричний струм, що може стати причиною електротравматизму та професійного захворювання.

За своєю складністю, наслідками і післядією електротравми належать до найскладніших уражень людського організму. Ряд дослідників вважає, що фізичною величиною, яка безпосередньо визначає характер і наслідки електротравми, є електрична енергія, поглинена тілом ураженого.

Так, В. Г. Ясногородський відмічає, що за дії енергетичних факторів як компонентів зовнішнього середовища насамперед відбувається поглинання енергії організмом людини. У цій фазі всі процеси підпорядковуються фізичним законам: глибина проникнення енергії в організм; вид тканин, у яких найбільш відбувається поглинання енергії; первинні ефекти поглинання – утворення тепла, іонізація, електроліз, утворення збуджених молекул і т. ін.

Питання поглинання електричної енергії живими організмами вивчені ще в недостатній мірі, що пов'язано зі складною структурою тканин та надзвичайною складністю біологічних процесів, а також здатністю викликати відразу кілька фізіологічних ефектів, тому в більшості випадків за аналізування електротравматизму вважають, що основним фактором ураження у випадку дії електрики на організм людини є електричний струм, і наслідки дії електричної енергії на людину пов'язують з дією електричного струму.

Різноманітність дії електричного струму на організм людини викликає різні електротравми, які умовно поділяють на місцеві, загальні (електричні удари) і комбіновані.

Перші дослідження впливу на людину електромагнітного поля промислової частоти (ЕМП ПЧ) електроустановок НВН були проведені в середині 60-х років. Вивчався стан здоров'я осіб, що піддавалися впливу ЕМП ПЧ під час обслуговування підстанцій і повітряних ліній електропередачі напругою 220, 330, 400, 500 кВ (оцінювали з інтенсивністю часові параметри дії лише електричного поля). Вперше були відмічені зміни стану здоров'я, які проявляються у формі скарг і змін деяких фізіологічних функцій. У персоналу, що обслуговує підстанції напругою 500 кВ, відмічалася наявність скарг неврологічного характеру (головний біль, підвищена дратівливість, стомлюваність, млявість, сонливість), а також скарги на порушення діяльності серцево-судинної системи і шлунково-кишкового тракту. Відмічені скарги супроводжувалися деякими функціональними змінами нервової і серцево-судинної систем у формі вегетативної дисфункції (тахі- або брадикардії, артеріальної гіпертензії або гіпотонії, зміні пульсу). На ЕКГ в окремих осіб виявлялися порушення ритму і частоти серцевих скорочень. Неврологічні порушення виявлялися в підвищенні сухожильних рефлексів, тремтінні повік і пальців рук, підвищенні температури тіла. Відмічалася збільшення часу сенсомоторних реакцій, підвищення порогів нюхової чутливості, зниження пам'яті, уваги.

У літературі останніх 15 років велика увага приділяється новому аспекту проблеми – можливому канцерогенному, переважно лейкогенному, впливу виробничих і позавиробничих ЕМП ПЧ. Основна роль в більшості досліджень відводиться низькоінтенсивному магнітному полю або поєднанню його з електричним. Масштабні дослідження були проведені Savitz і ін. (1995, США). Автори проаналізували випадки смерті 20733 чоловіків, які працювали в 5-ти електричних промислових компаніях США. На базі використання даних професійних характеристик і прямих вимірювань протягом роботи 2842 змін було зроблено розрахунки можливої кумулятивної дії ЕМП. Аналіз показав підвищення ризику лейкемії для «електриків», які працювали з електроустановками надвисоких напруг, але не для «зв'язківців» і «операторів ліній малої потужності». Розвиток пухлини мозку мав кореляційний зв'язок з показниками дії ЕМП.

З метою мінімізації ризику електротравматизму всі можливі небезпеки, пов'язані з виникненням електротравми та професійним захворюванням під час виконання робіт в електроустановках надвисокої напруги, мають бути ідентифіковані.

В процесі їх ідентифікації потрібно враховувати:

- особливості електротравматизму порівняно з іншими видами травм;
- фактори електричного характеру, що можуть призвести до травм та профзахворювань у разі взаємодії з електрообладнанням НВН;
- величину експозиції факторів (рівень та тривалість дії електричного фактора) та наслідки біологічної дії на людину;
- характеристику індивідуальних параметрів електротехнічного персоналу та його дій, що призвели до небезпечної ситуації;
- параметри навколишнього середовища;
- характер робіт, що виконуються.

Електротравматизм порівняно з іншими видами травматизму має істотні відмінності.

3.4.1 Особливості електротравматизму

Під електротравматизмом розуміють явище, що характеризується сукупністю електротравм. Облік і докладний аналіз електротравматизму проводять з метою визначення його причин, закономірностей і наслідків, а також для розроблення й удосконалення заходів щодо його попередження та шляхів реалізації цих заходів на різних рівнях.

Електричні травми не є найпоширенішими на виробництві та в побуті. На виробництві електротравми становлять близько 11 % загальної кількості нещасних випадків, а в електроенергетичній галузі – близько 30 %. Що стосується смертельних нещасних випадків, то кожен п'ятий такий випадок на виробництві був зумовлений дією електрики – близько 15–20 %. Останнє свідчить про зміщення розподілу електротравм у бік тяжких.

Електротравматизму порівняно з травматизмом від інших небезпечних чинників притаманні такі особливості:

1 – людина не має органів, які б могли дистанційно виявити наявність небезпеки (електричної напруги) на елементах обладнання (як, наприклад, інші небезпечні фактори – частини обладнання, що рухаються, нагріті деталі та інші). Не знаючи про небезпеку, людина сміливо торкається до частини обладнання під напругою. Захисна реакція у цьому випадку виникає лише після включення людини під напругу, тобто після того, як через неї починає протікати електричний струм. Загальний ефект електричного ураження складається з безпосереднього впливу електричної енергії або факторів, що її характеризують (електричний струм та час його дії, електрична напруга та ін.) на клітини, тканини і органи, а також з опосередкованого впливу внаслідок подразнення електричним струмом рецепторів, що розташовані на шляху проходження струму і зумовлюють рефлексорні реакції, які виходять далеко за межі точок прикладання струму з порушенням нормальної діяльності окремих органів (серцево-судинної, нервової системи, системи дихання).

2 – можливість одержання травми без безпосереднього контакту з частинами електроустановки під дією крокової напруги чи через електричну дугу, якщо людина наблизилася на критичну відстань до ЕУ напругою понад 1 кВ. Крім того можливе механічне травмування, особливо під час роботи на висоті. І, нарешті, навіть у випадку не смертельних електротравм дія електричного струму не проходить безслідно, нерідко призводить до зниження працездатності, а інколи до хронічних захворювань.

3 – можлива рефлексорність дії електричного струму (електричний струм, що протікає через тіло людини під час ураження, діє не тільки у місцях контактів, але ще викликає рефлексорну дію, порушуючи роботу життєво важливих органів, найчастіше серцево-судинної системи та дихання).

4 – прихованість більшості електротравм (беруться до розслідування та обліку лише електротравми з важкими та смертельними наслідками). Поєднання прямої і опосередкованої дії зумовлює складність електротравматичних ситуацій. Електротравма моноетиологічна, оскільки завжди фактором ураження є електрична енергія, але політатогенетична, бо внаслідок потрапляння людини під напругу в різних системах організму відбуваються різні порушення.

3.4.2 Дія електрики на організм людини. Види електротравм

За своєю складністю, наслідками і післядією електротравми належать до найскладніших уражень людського організму. Дія електричної енергії (або складових, що її характеризують) на організм людини викликає термічну, електролітичну, біологічну та механічну (динамічну) дію.

Різноманітність дії електричної енергії на організм людини викликає різні електротравми, які умовно поділяють на місцеві, загальні (так звані електричні удари) і змішані. Частка цих видів відповідно становить 20, 25 і 55 %.

Місцеві електротравми – це чітко виражені місцеві порушення цілості тканин організму; вони, як правило, виліковні з повним чи частковим відновленням працездатності. Інколи, за наявності важких опіків, людина вмирає. Характерними видами місцевих електротравм є електричні опіки (40 %), електричні знаки (знаки струму чи електричні мітки) (7 %), металізація шкіри (3 %), механічні пошкодження (0,5 %), електроофтальмія (1,5 %).

Загальні ураження (електричні удари) – це збудження струмом живих тканин, що супроводжується мимовільними судомними скороченнями м'язів. Вплив цих явищ може бути від ледве відчутного скорочення м'язів пальців руки до повного припинення діяльності життєво важливих органів – серця і легенів. Удари є серйозною небезпекою для життя, з ними пов'язано 85–87 % смертельних уражень.

За наслідками електричні удари поділяють на чотири ступеня:

I – судомне скорочення м'язів без втрати свідомості;

II – судомне скорочення м'язів з втратою свідомості, але зі збереженням дихання і роботи серця;

III – втрата свідомості і порушення серцевої діяльності чи дихання (чи одного і другого разом);

IV – клінічна смерть.

Клінічна смерть визначається проміжком часу від моменту припинення серцевої діяльності і дихання до початку відмирання клітин кори головного мозку, в більшості випадків вона триває 4–5 хвилин.

Найголовніше для надання допомоги електроураженим – негайне застосування методів оживлення. За даними В. Коувенховена і В. Мілнора (США) у випадку застосування штучного дихання через 30 секунд після ураження кількість оживлених становила 13 з 28 уражених, у випадку затримки застосування штучного дихання до 2 хвилин – 4 з 12, до 3 хвилин – не вдалося жодного з 14 уражених повернути до життя.

Після стадії клінічної смерті настає біологічна смерть – необоротне явище, що характеризується припиненням біологічних процесів у клітинах і тканинах організму і розпадом білкових структур.

Смерть від дії електричної енергії настає внаслідок припинення дихання, припинення роботи серця й електричного шоку.

Припинення дихання обумовлюється безпосередньою чи рефлекторною дією електричною енергією (або складових, що її характеризують) на м'язи грудної клітки. Перший випадок має місце, коли струм якийсь час проходить через грудну порожнину і значення його достатнє для утримання грудних м'язів у скороченому стані. Настає задуха (асфіксія). Загибель організму внаслідок «сковування» дихальних м'язів може настати тільки у разі досить тривалого проходження електричного струму через тіло. У цьому випадку крім зупинки дихання виникає різкий спазм кровоносних судин і значне підвищення артеріального тиску, що збільшує розлад дихання і збільшує небезпеку дії таких струмів. Тривала зупинка дихання на-

стає також у разі проходження струму через чи поблизу розташованого в мозку дихального центра. Смерть настає в тому випадку, коли дихання не відновлюється до моменту виникнення асфіктичного паралічу дихального центру. Причиною припинення дихання може бути також ураження легень короткочасним (протягом декількох секунд) проходженням великих струмів (кілька десятків міліамперів).

Значна частина дослідників вважають головною причиною смертельних уражень порушення діяльності серця у формі фібриляції його шлуночків.

Фібриляція – це хаотичне неузгодження скорочення волокон серцевого м'яза; під час фібриляції відбуваються окремі нескоординовані посмикування волокон серцевого м'яза з частотою до сотень за хвилину. В такому стані серце неспроможне забезпечити рух крові в судинах. Звичайно фібриляція продовжується дуже недовго і закінчується повною зупинкою серця.

Виникнення фібриляції тлумачать порушенням нормального взаємозв'язку між м'язовими сегментами міокарда. Це знаходить вираження в неперервній циркуляції хвилі збудження не через міокард, а між окремими елементами провідної системи серця.

Встановлено, що чутливість серця до електричного струму неоднакова в різні фази його діяльності. Найуразливішим серце виявляється під час фази Т електрокардіограми, це відповідає проміжку зникнення збудження в шлуночках.

Електричний шок – важка нервово-рефлекторна реакція організму на подразнення електричним струмом, яка супроводжується глибокими розладами дихання, кровообігу, обміну речовин, нервової системи й інших систем організму. У випадку шоку після дії струму відразу настає фаза збудження організму, а потім – фаза гальмування. Шоковий стан може тривати від десятків хвилин до доби. Після цього можливе одужання (за умови активного лікарського втручання), чи біологічна смерть як результат повного згасання життєво важливих функцій організму.

Матеріали судово-медичної експертизи свідчать, що людині властиві всі механізми смертельних уражень, причому на сто загиблих в 7 випадках смерть зумовлює фібриляція серця, в 91 випадку – ураження системи дихання і в 2 випадках чітко встановити причину смерті не вдається.

Відомі віддалені наслідки електротравм. Незалежно від шляху струму електрокардіограма несе на собі відбиток коронарної недостатності. Серед електромонтерів частіше, ніж серед осіб інших професій, відзначають ранній розвиток атеросклерозу, вегетативних й інших розладів. Головне, що під час кожної виробничої чи побутової електротравми зазнає ураження центральна нервова система.

Людина, яка одержала електротравму (навіть легку) – важко хвора, що потребує тривалого медичного контролю.

3.4.3 Чинники, які впливають на тяжкість ураження у випадках електротравматизму, та їх кількісні характеристики

Значення енергії ураження

Вважається, що фізичною величиною, яка безпосередньо визначає характер і наслідки електротравми, є *електрична енергія, поглинена тілом ураженого, та параметри, що її характеризують: значення струмів ураження, часу його дії, напруги дотику та напруги кроку.*

Виміряти значення струму, що пройшов крізь тіло, вдається рідко. Тому світова статистика звичайно оперує номінальною напругою установок. Лише ретельне обстеження з відтворенням електричного кола і всіх супутніх обставин ураження дає можливість шляхом «інструментального аналізу» на трупах з наступним перерахуванням параметрів на тіло живої людини визначити дійсні значення напруг і струмів, що діяли на тіло, та посередньо оцінити фактор тривалості дії. Як би не формувалися системи критеріїв електробезпеки, в них завжди використовуються значення струмів, що відповідають певним фізіологічним реакціям організму. Частина з них можна визначити безпосередніми дослідями на людях, інші, наприклад, порогові значення фібриляційних струмів – лише в дослідях на тваринах.

Значення струмів ураження

Сила струму (I_h), що проходить через тіло людини, є одним з основних критеріїв, які обумовлюють наслідок ураження за електротравматизму.

Електричний струм, що протікає через тіло людини, викликає термічну, електролітичну та біологічну дію. Термічна дія струму полягає у нагріванні тканин, що викликає опіки. Електролітична дія струму проявляється у розкладі органічної речовини (її електролізі), зокрема і крові (зумовлює зміну її фізико-хімічних і біохімічних властивостей). Біологічна дія струму проявляється у скороченні м'язів, збудженні тканин та порушенні біологічних процесів, що протікають в організмі.

Різний за величиною струм по-різному впливає на організм людини.

Розрізняють такі порогові значення струму, тобто ті мінімальні значення, які викликають певні дії: відчутні, невідпускаючі та фібриляційні струми, порогові значення яких наведено у табл. 3.2.

Параметри нормального розподілу відчутних струмів як випадкових величин визначались для шляхів струму «рука – рука» і «рука – ноги».

Пороговий струм відчуття – найменше значення відчутного струму, який у процесі проходження його через тіло людини викликає відчуття подразнення (0,6-1,5 мА – за змінного струму частотою 50 Гц і 5–7 мА – у разі постійного струму).

Таблиця 3.2– Порогові значення струму, які по-різному впливають на організм людини

Порогові значення струму	Змінний струм, мА (50 Гц)	Постійний струм, мА
Відчутний	0,6 – 1,5	5 – 7
Невідпускаючий	10 – 15	50 – 80
Фібриляційний	50 – 100	300 – 500
За якого миттєво зупиняється серце	> 5000	>5000

Пороговий струм невідпускання – найменше значення електричного струму, що викликає під час проходження через організм людини непереборні судомні скорочення м'язів руки, в якій затиснено провідник (10–15 мА – за змінного струму частотою 50 Гц і 50–80 мА – за постійного струму).

Пороговий струм фібриляції – найменше значення електричного струму, який викликає під час проходження через організм людини фібриляцію (хаотичні скорочення) серця (100 мА – за змінного струму частотою 50 Гц і 300 мА – за постійного струму).

Дослідження залежності відчутних струмів від частоти, проведені Ч. Дальзіелем для шляху струму «рука–рука» та Н. П. Коренєвим, показали, що значення відчутного струму на частоті 50 Гц в 4–5 разів менше, ніж значення постійного струму; його мінімум настає на частоті 200 Гц, а потім струм зі збільшенням частоти зростає практично лінійно.

Характер впливу струму однієї і тієї самої величини залежить від маси тіла людини, її фізичного розвитку, стану нервової системи і всього організму. Так, у стані хвороби (особливо нездорової шкіри, хвороби нервової і серцево-судинної систем, органів дихання та под.), депресії, збудження нервової системи, алкогольного сп'яніння людина більш чутлива до проходження струму і порогові значення знижуються. Особливу роль відіграє фактор уваги. Якщо людина чекає електричного удару і підготувала себе до нього, то ступінь небезпеки різко знижується й результат впливу буде менш значним. А раптовий удар призводить до гірших наслідків. Для чоловіків порогові значення в 1,5 раза вищі, ніж для жінок.

Останніми дослідженнями доведено, що для апроксимації розподілу струмів, які викликають певні реакції організму, краще підходить логарифмічно нормальний розподіл.

Значення напруг ураження

Розподіл видів нещасних випадків за значеннями напруг ураження на основі зібраних В. Є. Манойловим результатів «інструментальних аналізів» електричних уражень за час з 1936 р. до 1964 р. наведено в табл. 3.3. Зауважимо, що під електричними ударами розумілись ураження без втрати

працездатності. За наступні 5 років було обстежено ще 26 смертельних уражень і 43 з тимчасовою втратою працездатності: 2 % їх сталися в електроустановках з номінальною напругою до 127 В; 22 % – з напругою 127 В, 58 % – з напругою 220 В і 18 % – з напругою понад 220 В.

Таблиця 3.3 – Розподіл нещасних випадків за значеннями напруг ураження за В. Є. Манойловим

Межі напруг ураження, В	Електротравми зі смертельними наслідками		Електротравми з тимчасовою втратою працездатності		Електричні удари	
	Кількість	%	Кількість	%	Кількість	%
До 25	13	6,6	-	-	-	-
25-50	21	10,7	34	5,1	107	7,7
51-100	27	13,7	73	11,1	182	13,9
101-150	57	28,9	190	28,8	490	37,5
151-200	42	21,3	230	34,9	320	24,5
201-250	13	6,6	86	13,0	189	14,4
251-350	4	2,0	20	3,0	13	1,0
351-500	8	4,1	7	1,1	6	0,5
501 і більше	12	6,1	20	3,0	6	0,5
Разом	197	100,0	660	100,0	1307	100,0

В. Є. Манойлов також узагальнив і зіставив значення крокових напруг як окремого випадку напруг ураження, що викликають важкі наслідки (табл. 3.4).

Людина, яка падає внаслідок судоми ікроніжних м'язів, намагається встати, спираючись на коліна і руки. Дані табл. 3.4 показують, що за рахунок збільшення відстані між точками дотику збільшується прикладена напруга і, крім того, безпечніший шлях струму «нога-нога», змінюється на найнебезпечніший «руки-ноги».

Природне припущення, що чим більша напруга дотику, тим небезпечнішою для життя має бути електротравма, у загальному випадку не є правильним внаслідок цілого ряду причин:

- величиною, яка безпосередньо визначає характер і наслідки електротравми є електрична енергія, поглинена тілом ураженого, тому у разі визначення допустимих значень напруг потрібно враховувати їх залежність від значення допустимої енергії, поглинутої тілом людини та параметрів, що її характеризують;

- на кінцевий результат ураження (травми) істотно впливає шлях струму через тіло людини, тобто до яких двох точок дотику організму людини прикладено напругу ураження, яка обумовлює шлях проходження струму. Особливо небезпечно, коли струм проходить через серце, головний мозок, легені;

- індивідуальні психологічні і фізіологічні особливості людини мають значний вплив на результат ураження електричною енергією, наприклад,

струм невідпускання для одних людей не становить небезпеки, у інших – викликає електротравми.

Таблиця 3.4 – Залежність наслідків електротравм від значення крокової напруги ураження за В. Є. Манойловим

Уражений	Крокова напруга (довжина кроку 0,5 м), В	Наслідок	Крокова напруга для людини, що лежить (на відстані 1,7 м), В	Розташування ураженого відносно еквіпотенціальних ліній	Наслідок
І.	264	Уражений впав на землю	530	Поперек	Опік ноги ІІІ ступеня
І.	264	-"	330	-"	Електричний удар
ІІІ.	264	-"	198	Вздвж	-"
В.	165	-"	396	Поперек	Загинув
К.	165	-"	264	-"	Загинув
ІІІ.	119	Впав на руки	198	Вздвж	Електричний удар

Електричний опір тіла людини у електричному колі

Проходження струму крізь тіло людини порушує обмін речовин і змінює електрофізичні характеристики тканин. Електричний опір живої тканини обумовлений не лише звичайними тепловими чи електрохімічними процесами, а й складними біофізичними і біохімічними явищами. С. Елінек показав, що «електрофізичні характеристики живої тканини» є результатом дії двох компонентів – динамічного (проведення електрики) і психогенного (проведення збудження).

Повний електричний опір тіла людини має активну і ємнісну складові. Найменший опір мають рідини організму і просочені рідинами тканини. Відносно гарними провідниками є м'язи, підшкірна клітковина і сіра речовина мозку. Жирова тканина через наявність в ній кровоносних судин може виявитися гарним провідником, хоча сам жир – поганий провідник. Великий опір має кісткова тканина. Опір кісток без надкiсницi найбільший, досягає сотень мегаомів (МОм).

Електричний опір між двома накладеними на тіло людини електродами звичайно поділяють принаймні на дві частини: перша – опір зовнішнього шару шкіри – епідермісу і друга – опір дерми, внутрішніх тканин і органів.

Шкіра як провідник електричного струму дуже складна за своїми електричними властивостями, містить величезну кількість активних і реактивних провідностей.

Основні шари шкіри: зовнішній – епідерміс і внутрішній – дерма.

У місці дотику тіла до електрода утворюється своєрідна конденсаторна система. Обкладинками такого конденсатора є з одного боку електрод, з

іншого – провідні тканини, що лежать під епідермісом, а діелектриком є сам епідерміс.

Волога, піт, забруднення, провідні речовини, порошок (металевий, вугільний) істотно знижують опір шкіри.

Для струму промислової частоти питомий опір сухої шкіри становить $3 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^4$ Ом·м.

Шкіра містить багато нервів. Встановлено, що питомий опір ствола нерва (0,02-0,06 Ом·м) на два порядки нижчий питомого опору крові і на чотири порядки менший питомого опору тіла в цілому.

Значення внутрішнього опору тіла формується з опорів окремих ділянок тіла на шляху струму. Усереднене питома значення опору внутрішніх тканин становить 0,15-0,2 Ом·м. Внутрішній опір також має активно-ємнісний характер.

А. П. Кисильов визначив значення внутрішнього опору тіла людини для різних шляхів струму та різної площі дотику до електродів. В середньому вони виявилися величинами 600–800 Ом.

Для однакових фізіологічних реакцій у випадку короткочасної дії напруги опір тіла людини менший, ніж у випадку тривалої дії. За однакових фізіологічних реакцій жінки мають більший опір, ніж чоловіки: за початку больових відчуттів (3,0–3,6 кОм – чоловіки та 6,0–7,2 кОм – жінки).

Автором однієї з перших електричних схем заміщення тіла людини був Г. Фрайбергер (рис. 3.9).

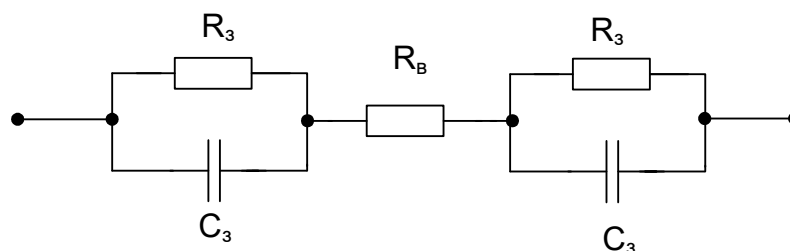


Рисунок 3.9 – Схема заміщення тіла людини за Г. Фрайбергером:
 R_3 – опір зовнішнього шару шкіри; C_3 – ємність системи "електрод– епідерміс – підшкірна тканина"; R_b – внутрішній опір тіла

Опір тіла людини (R_h) визначається опором внутрішніх органів R_b , та опором зовнішніх шкіряних тканин R_3 , C_3 (рис. 3.9), причому опір шкіри становить основну частку загального опору. Найбільший опір має верхній шар шкіри (епідерміс) і може становити десятки кілоомів (кОм). Опір внутрішніх тканин тіла людини незначний і становить 600–800 Ом. Ємність шкіри залежить від площі контакту і становить близько 0,02 мкФ/дм². Загальна ємність тіла людини становить $C = 0,0425 \cdot 10^{-9}$ Ф = 42,5 пФ.

Нова схема, яка базується на результатах досліджень багатьох авторів, запропонована разом з детально опрацьованою методикою визначення параметрів її елементів В. Корнилюком і В. І. Щуцьким. В схемі (рис. 3.10) виділено повні опори шкіри Z_k і внутрішньої частини тіла Z_b .

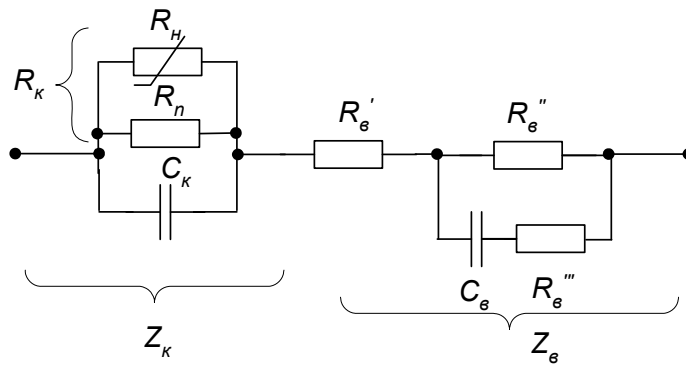


Рисунок 3.10 – Схема заміщення тіла людини за В. Корнилюком і В. І. Шуцьким

Опір шкіри R_k відтворюють два паралельні резистори R_n і R_n : R_n з нелінійною ВАХ відтворює залежність опору шкіри від напруги і тривалості її дії, значення опору резистора R_n з лінійною ВАХ залежить від вологості шкіри, температури доквілля і еквівалентної площі дотику електродів. Ємність шкіри C_k пропорційна площі дотику електродів.

Схема внутрішньої частини тіла містить відповідно з'єднані резистори R_e' , R_e'' , R_e''' і конденсатор C_e . Опір резисторів R_e' і R_e'' залежить від шляху струму в тілі. Конденсатор C_e враховує ємності внутрішніх органів аж до клітинного рівня.

На основі заступної схеми авторами опрацьовано аналітичний опис імовірнісної моделі повного опору тіла людини з використанням логарифмічно-нормального закону розподілу. Узагальнення результатів багатьох досліджень дозволило обґрунтувати базові медіальні значення і стандартні відхилення логарифмів випадкових величин, що характеризують електричні параметри тіла людини.

Тривалість дії електричного струму

Вплив цього чинника на тяжкість ураження обумовлений тим, що зі збільшенням тривалості протікання електричного струму за рахунок зволоження шкіри від поту, електролітичних процесів у тканинах зменшується опір тіла людини, внаслідок пробою шкіри послаблюються захисні сили організму, підвищується вірогідність збігу максимального імпульсу струму через серце з фазою Т кардіоциклу (фазою розслаблення серцевих м'язів), а також виснажуються захисні сили організму для протистояння електричній енергії, що, загалом, призводить до більш тяжких уражень.

3.4.4 Концепція (політика) електробезпеки та основні етапи аналізу ризику електротравматизму

З попередніх розділів посібника випливає, що експлуатація електроустановок потенційно небезпечна, оскільки пов'язана з різними процесами, а останні – з використанням (виробленням, транспортуванням, зберіганням і перетворенням) електричної енергії, яка накопичується в устаткуванні, тілі людині й навколишньому середовищі.

Неконтрольований вихід енергії за певних умов супроводжується небажаними подіями – наслідками (електротравми, матеріальний збиток, збитки навколишньому середовищу та ін.). Закономірності в появі відповідних випадків характеризуються такими основними ознаками:

а) електротравми можна інтерпретувати потоками випадкових подій з експоненціальним розподілом часу між їх появою;

б) виникнення кожного конкретного випадку травми є, як правило, наслідком не окремо взятої причини, а ланцюга відповідних передумов;

в) ініціаторами і ланками такого ланцюга слугують помилки людей, відмови техніки і несприятливі для людей або техніки дії зовнішнього середовища.

Типовими причинами електротравм виявилася така послідовність подій-передумов: помилка людини, відмова електроустаткування і несприятлива для них зовнішня дія; поява електричної енергії в несподіваному місці і невчасно; відсутність або несправність передбачених на ці випадки засобів захисту і неточні дії людини в такій ситуації; поширення та дія небезпечних чинників на людину.

Послідовність дій для подальшої мінімізації ризику травматизму та професійного захворювання електротехнічного персоналу у вигляді блок-схеми подано на рис. 3.11.

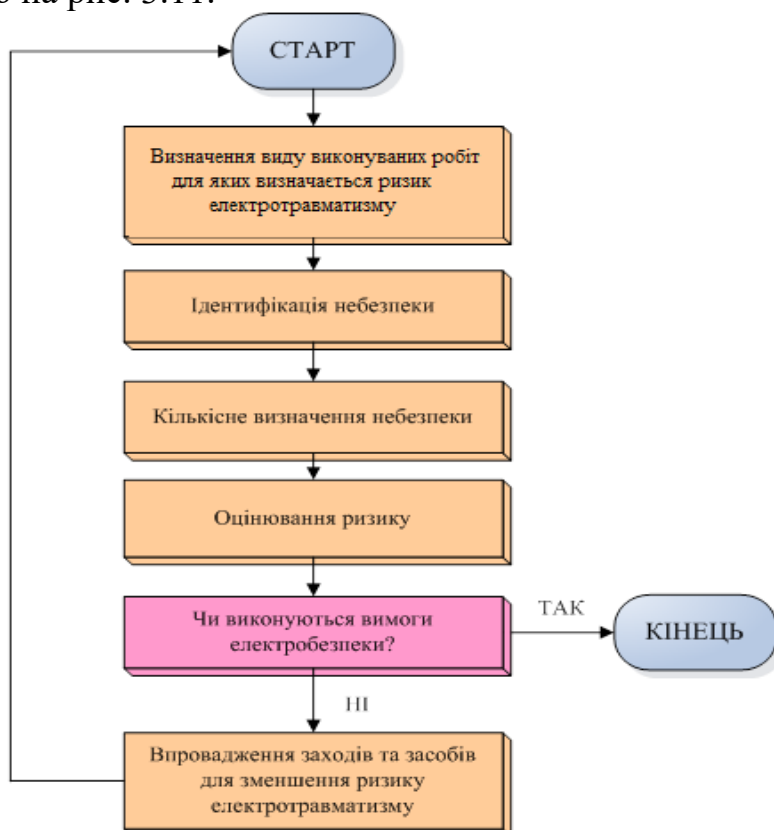


Рисунок 3.11 – Блок схема послідовності дій для подальшої мінімізації ризику травматизму та професійного захворювання електротехнічного персоналу

Виявлені вище фактори та передумови появи електротравм дозволяють сформулювати енергоентропійну концепцію електробезпеки, яка може бути подана такими твердженнями:

1) функціонування системи «електроустановка-людина-середовище» не забезпечує абсолютну безпеку, оскільки потенційна небезпека ураження людини електричною енергією має прихований, неявний характер за певних умов;

2) для забезпечення безпечних умов взаємодії людини з електроустановками в певному середовищі раптовий, несанкціонований вплив електричної енергії з електротехнічних систем на людину не має перевищувати граничних значень;

3) граничні або гранично допустимі значення електричної енергії, що поглинається тілом людини, мають встановлюватися з умови функціональної цілісності конкретної людини за відповідних значень напруги дотику (кроку), струму, що протікає через тіло людини, його роду, частоти, та часу дії;

4) дія електричної енергії на людину має бути обмежена в просторі та часі;

5) підвищити рівень електробезпеки людини, яка взаємодіє з електроустановками, можна шляхом усунення ланцюга передумов появи електротравм: помилкові і несанкціоновані дії персоналу; погана професійна підготовка; несправності і відмови електроустаткування (низька надійність); несподівані або такі, що перевищують допустимі межі зовнішні дії (агресивний вплив середовища; старіння устаткування) і т. п.

Відповідно до прийнятої концепції електробезпеку потрібно подавати системою «електроустановка-людина-середовище» з мінімальною вірогідністю спричинення збитку людині унаслідок звільнення і поширення руйнівних потоків електричної енергії.

Запитання для самоконтролю

1. Дайте означення понять «умови праці», «шкідливий виробничий фактор», «небезпечний виробничий фактор».

2. Наведіть приклади шкідливих виробничих факторів в галузі електроенергетики.

3. Яке завдання розслідування та обліку нещасних випадків?

4. Хто несе безпосередню відповідальність за порушення вимог з ОП на підприємствах електроенергетики?

5. Наведіть приклад оцінювання умов праці для конкретного ШНВФ.

6. Дайте означення понять «нещасний випадок», «травма».
7. Як здійснюється розподіл травм за ступенем тяжкості?
8. Дайте означення поняття «професійне захворювання».
9. Який порядок розслідування професійних захворювань?
10. Яким чином встановлюється зв'язок нещасного випадку з виробництвом?
11. За яких обставин проводяться розслідування нещасних випадків в електроустановках?
12. Який порядок розслідування нещасного випадку на виробництві?
13. Особливості розслідування та обліку нещасних випадків невикробничого характеру.
14. Назвіть склад комісії, що займається спеціальним розслідуванням НВ.
15. Які НВ в енергетичній галузі підлягають спеціальному розслідуванню?
16. Особливості травматизму та професійних захворювань на підприємствах ПЕК України.
17. Наведіть класифікацію методів аналізу виробничого травматизму.

4 ПОРЯДОК ПОБУДОВИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКООРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ

4.1 Системний підхід в процесі організації охорони праці у сфері «Електроенергетика»

Одним із ефективних методів досліджень складних систем є методологія системного підходу, яка базується на розгляді об'єктів як систем. Системний підхід – це сукупність методів і засобів, що дають змогу досліджувати структуру, властивості та функції об'єктів і процесів загалом, подавши їх як систему зі складними міжелементними взаємозв'язками, взаємним впливом елементів на систему і на середовище, а також впливом самої системи на її структурні елементи.

Надалі ми розглядатимемо систему як виділену із середовища сукупність матеріальних або абстрактних об'єктів, явищ, процесів, які мають певний набір властивостей, і взаємодія яких забезпечує досягнення деякої функції (мети) протягом певного часу.

Мета системи може задаватися вимогами до показників результативності, трудомісткості, оперативності функціонування системи або до траєкторії досягнення заданого результату.

Розглядаючи структуру системи у її складі виділяють підсистеми й елементи. Підсистема – це виділена в межах системи сукупність складових, які мають певний набір властивостей, і взаємодія яких забезпечує реалізацію деякої складової функції системи. Ця функція розглядається як складова функції системи.

Елемент (системи, підсистеми) характеризується тим, що в межах дослідження він не поділяється на складові, а його взаємодія з іншими елементами або підсистемами цієї системи забезпечує реалізацію деякої підфункції загальної функції системи.

Елементи системи і сама система мають властивості, що її характеризують. Властивості системи оцінюються кількісними та якісними показниками.

Показник – це характеристика, що відображає якість j -ої системи або її цільову функціональну спрямованість (процесу, операції).

Таким чином, застосовуючи системний підхід в процесі організації охорони праці в системі «Електроенергетика» ми будемо розглядати систему як реальний об'єкт, який є цілісною сукупністю певної множини взаємодіючих частин і одночасно є складовою частиною більш загального реального об'єкта.

Розглядаючи сучасну електроенергетику як систему (рис. 4.1), можна виділити такі її складові (підсистеми): виробництва, передачі, розподілу та споживання електричної енергії.

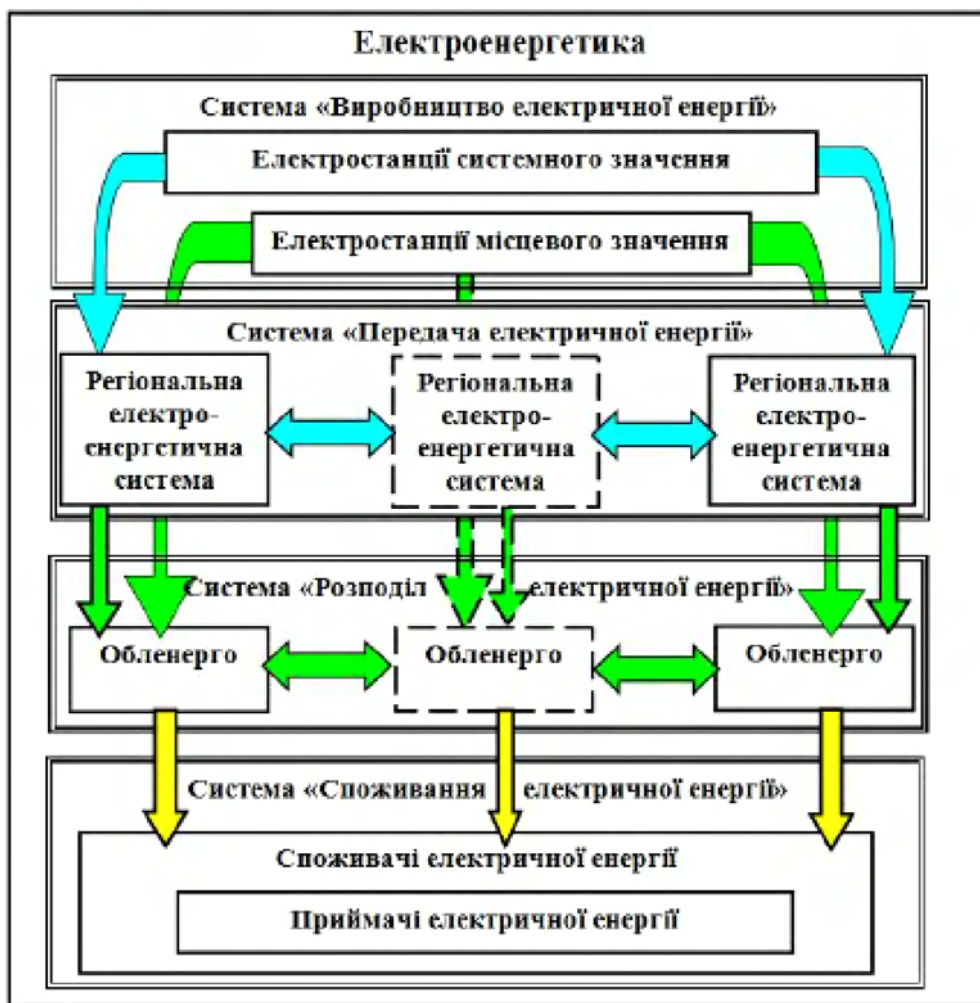


Рисунок 4.1 – Структура системи «Електроенергетика»

В Україні електроенергетика функціонує як *об'єднана енергетична система* (ОЕС), яка розглядається як «сукупність електростанцій, електричних і теплових мереж, інших об'єктів електроенергетики, які об'єднані спільним режимом виробництва, передачі та розподілу електричної і теплової енергії за централізованого управління цим режимом».

Виробництво електричної енергії здійснюється на електричних станціях, які можна поділити на дві групи (рис. 4.1) – системного і місцевого значення. Електростанції системного значення (атомні, теплові, гідроелектростанції) забезпечують в межах країни централізоване виробництво електричної енергії і підтримання режиму роботи ОЕС. Електростанції місцевого значення (теплові, відновлювальної електроенергетики: вітрові, сонячні, малі гідроелектростанції тощо) істотно не впливають на режим ОЕС.

Система «Передача електричної енергії» об'єднує регіональні електроенергетичні системи (в Україні структурні підрозділи НЕК «Укренерго»). До складу Системи «Передачі електричної енергії» входять магістральні лінії електропередач (ЛЕП) та підстанції напругою 220 кВ і вище. Вироблена електрична енергія електростанціями системного значення подається на території відповідних регіональних електроенергетичних систем, де вони розміщуються.

Система «Розподіл електричної енергії» об'єднує обласні електроенергетичні компанії (обленерго), які отримують електричну енергію від регіональних електроенергетичних компаній, а в деяких регіонах – і від електростанцій місцевого значення. Основна функція обленерго – розподіл електричної енергії, яку вони отримують від регіональних електроенергетичних компаній, по території області до електроспоживачів.

Електропостачальна система загального призначення – сукупність електричних установок, призначених для виробництва, передавання, перетворення та розподілу електричної енергії.

До основних функцій електроенергетичної системи загального призначення належать такі: виробництво, передавання (транспорт), розподіл та споживання електричної енергії.

Складовими системи **«Споживання електричної енергії»** є споживачі (електроспоживач, СЕЕ) й приймачі електричної енергії (апарат, агрегат, механізм, призначений для перетворення електричної енергії в інший вид енергії). До споживачів належить електроприймач або група електроприймачів, об'єднаних технологічним процесом, які розміщуються на певній території

Розглядаючи структуру системи «Електроенергетика» (рис. 4.1) необхідно звернути увагу на таке:

– останніми елементами системи «Електроенергетика» з погляду процесу виробництва, передачі, розподілу й споживання електричної енергії є електроспоживачі й електроприймачі;

– для виробництва певної продукції споживачами, електрична енергія має відповідати певним вимогам якості, що забезпечує системи виробництва, передачі й розподілу.

Беручи до уваги наведені зауваження, надалі ми розглядатимемо взаємодію СЕЕ та джерел електричної енергії у межах підсистеми «Електропостачання споживачів».

На рисунку 4.2 подано один з можливих варіантів структури підсистеми «Електропостачання споживачів» різних категорій.

Ця система містить такі складові:

➤ джерела електричної енергії – трансформаторні підстанції, електростанції місцевого значення;

➤ елементи підсистеми розподілу електричної енергії – лінії електропередачі та розподільні пункти;

➤ підсистема "Споживання електричної енергії", у складі якої входить декілька груп споживачів і приймачів електричної енергії.

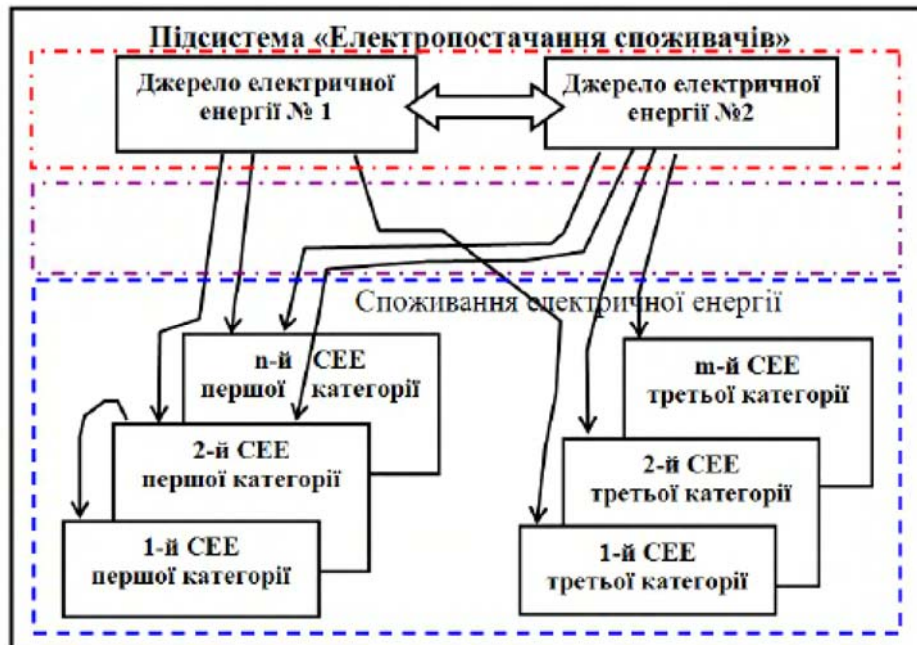


Рисунок 4.2 – Підсистема «Електропостачання споживачів»

4.2 Модельне подання управління охороною праці у сфері «Електроенергетика»

Одним із ефективних підходів методології системного аналізу є заміна реального об'єкта дослідження його моделлю. Модель є спрощеним поданням об'єкта дослідження, що дає можливість досліджувати сукупність основних складових об'єкта, характерних та необхідних для виконання завдання дослідження. Усі інші складові об'єкта дослідження і зв'язки між ними до уваги не беруться, це дає можливість отримати спрощений математичний опис процесів об'єкта та зменшити обсяги ресурсів на його дослідження.

Універсальною моделлю для досліджень на першому етапі є модель «Чорний ящик». Вона дає змогу розпочати розгляд будь-якої системи. На наступних етапах ця модель набуває потрібної деталізації і конкретизації до предметної області. Графічне подання моделі типу «Чорний ящик» зображено на рисунку 4.3.

Побудову моделі типу «Чорний ящик» розпочинають із виділення об'єкта дослідження в межах деякої системи з визначенням його границь. Основними складовими цієї моделі є система, її границі, потоки входу та виходу, завади.

Розглянемо один з можливих варіантів моделі «Чорний ящик» для дослідження системи «Джерело електричної енергії».

Для такої системи надсистемою є система розподілу електричної енергії різного рівня підприємств енергетичної галузі.

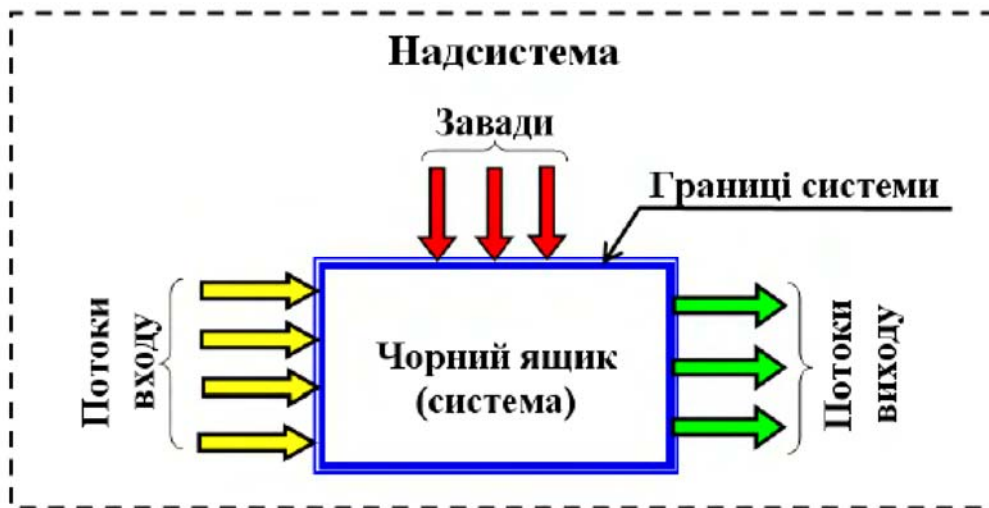


Рисунок 4.3 – Модель системи типу «Чорний ящик»

За приклад дослідження як модель «Чорний ящик» можна взяти підстанцію (наприклад 110/35 кВ), яка забезпечує споживачів електричною енергією.

Границі системи – це територія підстанції. Потоки входу системи – параметри електричної енергії на вході підстанції (напруга, струм, активна та реактивна потужності тощо).

Потоки виходу системи – параметри електричної енергії на виході підстанції.

Завади – фактори зовнішнього середовища (ожеледиця, гроза тощо). Модель системи типу «Чорний ящик», яка відображена на рис. 4.3, може бути доповнена зворотним зв'язком, який виступає важливим регулятором функціонування системи.

Систему управління охороною праці (СУОП) в системі «Джерело електричної енергії» спрощено можна подати сукупністю суб'єкта та об'єкта управління, які пов'язані між собою каналами передачі інформації (рис. 4.4).

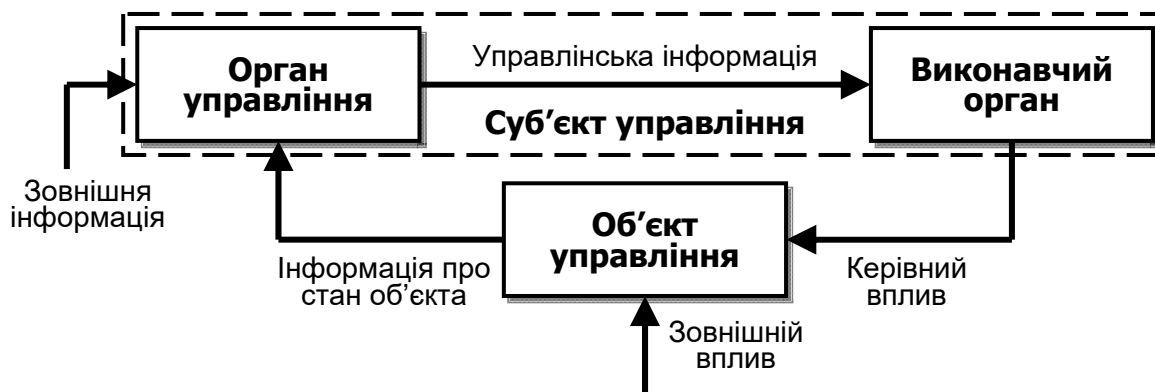


Рисунок 4.4 – Структурна схема системи управління охороною праці

Суб'єктом управління в СУОП на підприємстві загалом є керівник (головний інженер), а в цехах, виробничих дільницях і в службах – керівники відповідних структурних підрозділів і служб.

Під час розгляду тем курсу «Охорона праці в галузі електроенергетика» модель типу «Чорний ящик» будемо використовувати в процесі дослідження впливу електричної енергії та параметрів, що її характеризують, на електротехнічний персонал залежно від режиму роботи та характеристик джерела. Методологія системного підходу дозволяє досліджувати об'єкт як комплекс взаємозалежних підсистем та елементів, об'єднаних загальною метою.

4.3 Характеристика системи передачі електричної енергії щодо її безпечної експлуатації

Електричною мережею називають частину електричної системи, що складається із підстанцій і ліній електропередачі.

Електричні мережі можна класифікувати за такими ознаками:

- за родом струму (постійного або змінного);
- за величиною напруги (мережі до 1 кВ і вище 1 кВ);
- за функціональним призначенням: живильні та розподільні;
- за конфігурацією: радіальні, магістральні та замкнуті;
- за кількістю центрів (джерел) живлення: одностороннього, двостороннього та багатостороннього (вузлові) живлення;
- за кількістю кіл в лінії: одноколові та двоколові;
- за конструктивним виконанням: внутрішні і зовнішні;
- за районом обслуговування: місцеві та районні.

Живильною називається електрична мережа, якою електричну енергію підводять до розподільних пунктів або підстанцій (рис. 4.5).

Розподільною називається електрична мережа, що підводить електроенергію безпосередньо до споживачів або до споживчих трансформаторних підстанцій від розподільних пунктів або підстанцій (рис. 4.5).

В Україні встановлено такі стандартні значення напруги електроустановок змінного струму частотою 50 Гц: 127, 220, 380, 660 В, а також 3, 6, 10, 20, 35, 110, 150, 220, 330, 500, 750 кВ.

До основних функцій електроенергетичної системи передачі електричної енергії до 110 кВ належать такі: передавання (транспорт) електричної енергії та її розподіл.

Радіальною мережею із розподіленням навантаження називається мережа, у якій кожний споживач забезпечується електроенергією окремими лініями (відпайками), що приєднані до однієї, спільної для усіх, головної (магістральної) лінії.

Магістральною називається електрична мережа, у якій декілька груп споживачів електричної енергії отримують живлення від джерела по одній лінії (магістралі) через вузлові точки (розподільні пункти або знижувальні підстанції).

Місцеві мережі – електричні мережі радіусом до 30 км, з напругою до 35 кВ.

Районні мережі – мережі радіусом до 100 км, з напругою 35 кВ і вище.

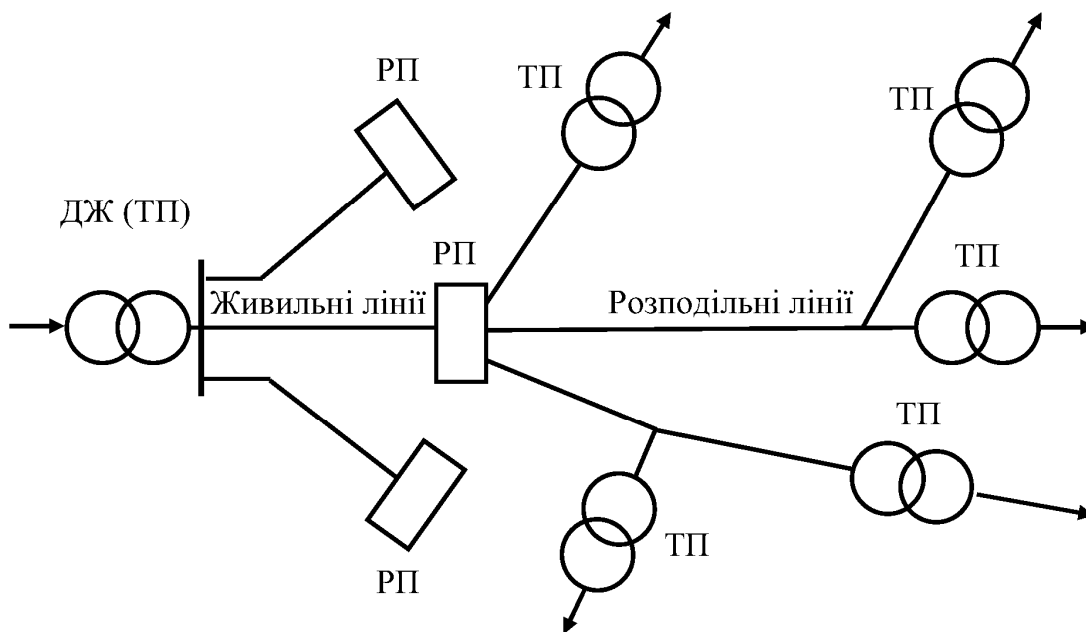


Рисунок 4.5 – Живильні та розподільні електричні мережі

За режимом нейтралі електричні мережі поділяють на мережі з ізолюваною та із заземленою нейтраллю. В електричних мережах напругою 6, 10 та 35 кВ нейтраль трансформатора ізолювана від землі і лінії виконують трипровідними (три фазних проводи). В окремих випадках нейтраль може з'єднуватися із землею, але через значний індуктивний опір (реактор). Як наслідок, такі мережі є мережами з компенсованою нейтраллю (різновид мереж з ізолюваною нейтраллю).

В електричних мережах напругою 110 кВ і вище, хоч і прокладають лише три фазних проводи, але нейтраль трансформаторів заземлюють. Таким чином отримують трипровідні мережі із глухозаземленою нейтраллю.

Електричні мережі напругою до 1000 В виконують чотири- та п'ятипровідними із глухозаземленою або з ізолюваною нейтраллю, тобто систем TN-C, TN-S, TN-C-S, TT та IT (рисунок 4.6).

Нині у сільських мережах застосовується напруга 380/220В у разі чотирипровідної системи із глухозаземленою нейтраллю (TN-C) (рис. 4.6, б).

Нульовий провід заземляють біля трансформатора і в кінці лінії, а також виконують повторні заземлення.

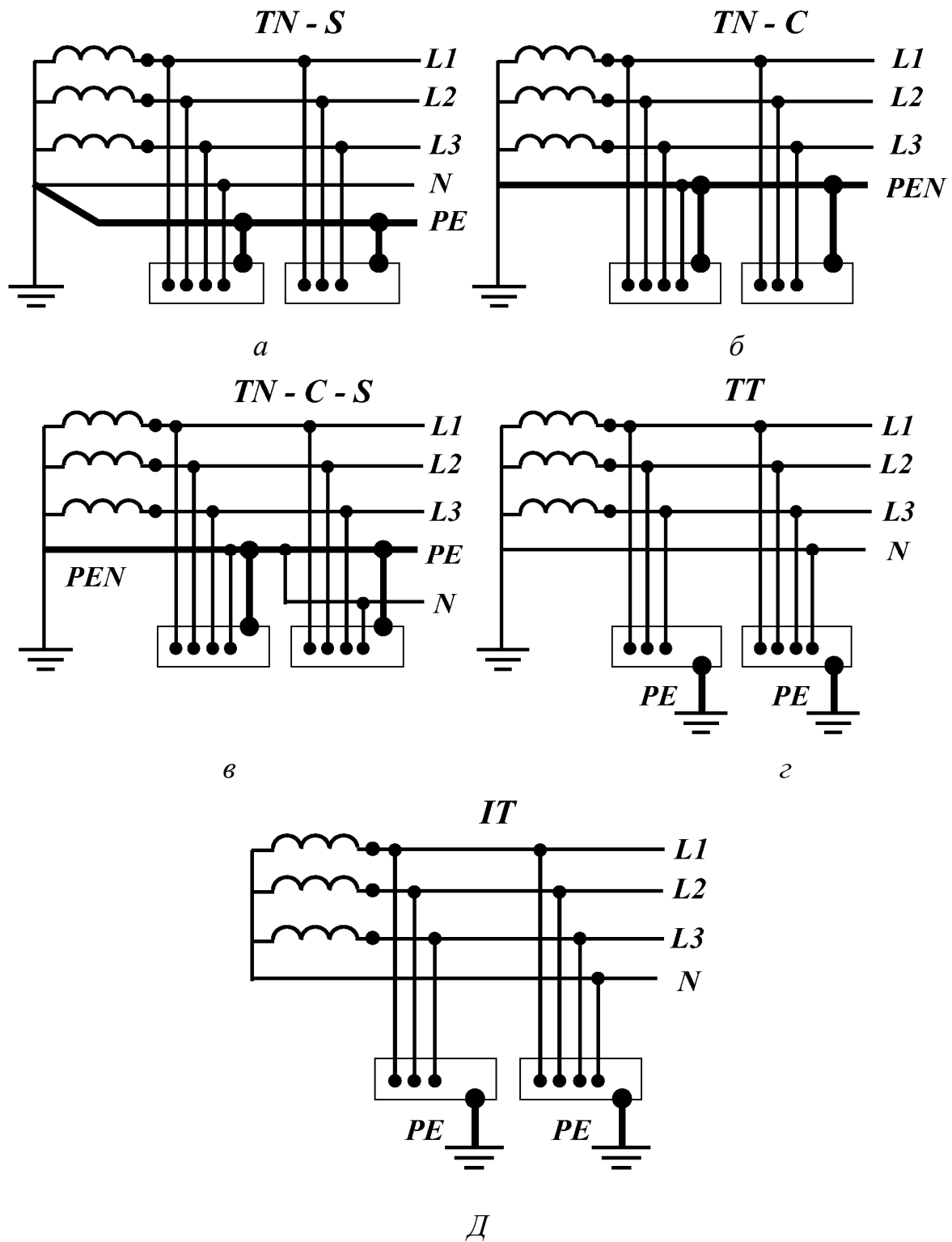


Рисунок 4.6 – Схеми виконання систем електропостачання напругою до 1000 В

a – система TN-S; *б* – система TN-C; *в* – система TN-C-S; *г* – система TT; *д* – система IT

Літерні позначення типу заземлення системи означають:

перша літера в позначенні системи – характер типу заземлення джерела живлення:

T (від латин. «terra» – земля) – безпосереднє приєднання однієї точки струмоведучих частин джерела живлення (нейтраль) до заземлювального пристрою;

I (від англ. «isolated» – ізольований) – всі струмоведучі частини джерела живлення ізольовані від землі;

друга літера – характер заземлення відкритих частин електроустановки, що можуть проводити електричний струм:

N (від англ. «neutral» – нейтраль) – безпосередній зв'язок відкритих провідних частин електроустановки із точкою заземлення джерела живлення;

T (від латин. «terra» – земля) – безпосередній зв'язок відкритих провідних частин електроустановки із землею незалежно від характеру зв'язку джерела живлення із землею; наступні літери в системі TN означають конструкцію нейтрального N та захисного PE-провідників:

S (від англ. «separate» – розділяти) – функції N- та PE- провідників виконують окремі провідники;

C (від англ. «combine» – об'єднувати) – функції N- та PE- провідників виконує один PEN – провідник.

4.4 Загальна характеристика споживачів електричної енергії

Як зазначалося вище у підрозділі 4.1, кінцевим елементом структури системи «Електроенергетика» є електроприймач, у межах якого відбувається перетворення електричної енергії в інший вид енергії. Група електроприймачів (у термінології системного аналізу – група елементів), об'єднаних спільним технологічним процесом і розташованих на певній території, утворюють систему «Споживач електричної енергії» (СЕЕ). Деякі окремих систем СЕЕ можуть утворювати надсистему «СЕЕ». Кількість рівнів надсистеми «СЕЕ» обумовлена метою дослідження і обмежена кількістю джерел у системі «Електропостачання споживачів».

Розглянемо приклад структуризації системи «СЕЕ» промислового підприємства. Розгляд системи «Промислове підприємство» (ПП) проводимо, застосовуючи традиційний підхід «від простого до складного».

Найменшою (елементною) складовою системи «ПП» є електроприймач як останній елемент підсистеми «Електропостачання споживачів» (рис. 4.1). Різноманіття електроприймачів на промислових підприємствах досить велике і залежить від галузі підприємства, його виробничої потужності тощо. Нехай це буде деякий токарний верстат. Зазвичай токарний верстат має два електроприводи з асинхронними двигунами (АД) – головний і допоміжний. З погляду нашого дослідження кожний з АД є електроприймачем (в термінах системного аналізу – елементом) системи

«Токарний верстат». Два АД разом з іншими конструктивними складовими утворюють систему «Токарний верстат». У межах нашого завдання ми розглядаємо тільки електричні складові цієї системи (два АД), які разом виступають як споживач електричної енергії (СЕЕ). Таким чином, система «Токарний верстат» (перший рівень укрупнення) у нашому розгляді становить підсистему «СЕЕ – токарний верстат», яка є складовою системи «Електропостачання споживачів промислового підприємства».

Отриману модель складу системи «Промислове підприємство» наведено на рисунку 4.7 (перший – третій рівні укрупнення) і рисунку 4.8 (четвертий рівень укрупнення).

Технічні характеристики електроприймачів наводять в паспортних даних, у довідниках. Основними з них є:

- номінальна напруга, $U_{ном}$;
- номінальна потужність – активна, $P_{ном}$ або повна, $S_{ном}$;
- коефіцієнт активної потужності, $\cos\phi$ (або реактивної потужності, $\text{tg}\phi$).

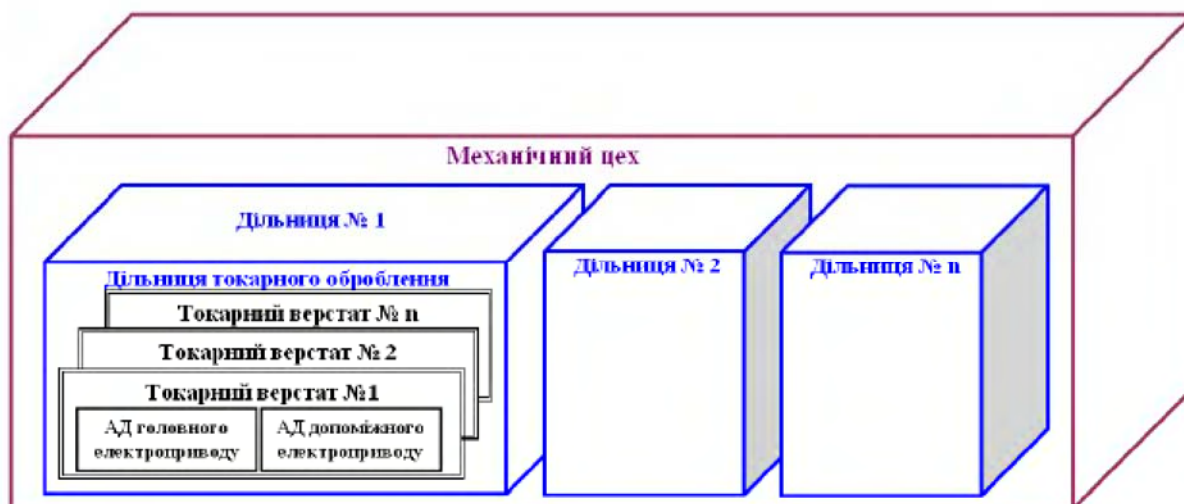


Рисунок 4.7 – Модель складу системи "Промислове підприємство": 1–3 рівні укрупнення

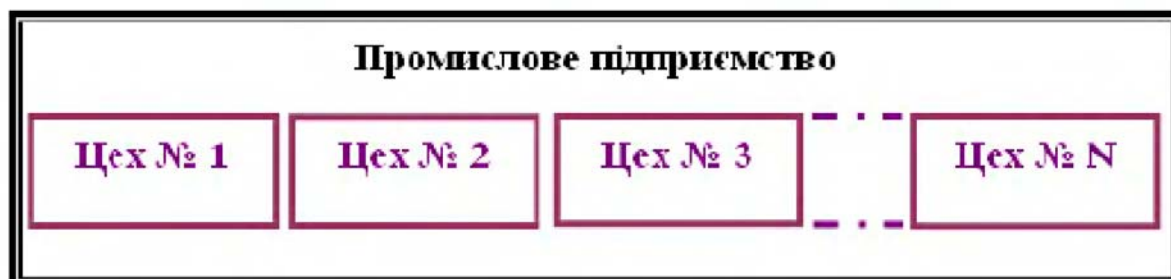


Рисунок 4.8 – Модель складу системи «Промислове підприємство»: 4-й рівень укрупнення

Зазвичай споживачів електроенергії систематизують за такими основними ознаками:

- виробниче призначення;

- потужність і напруга;
- вид струму;
- режим роботи;
- ступінь надійності живлення;
- територіальне розміщення;
- графік навантаження;
- постійність розташування.

Розглянемо основні характерні групи електроспоживачів і підходи до їхньої класифікації з погляду охорони праці для підсистеми «Електропостачання споживачів», зокрема визначення процесів і параметрів електроприймачів, що призводять до порушення показників якості електричної енергії:

- класифікація за ступенем надійності електропостачання;
- класифікація за ступенем і величиною напруги;
- класифікація за ознаками фізичних параметрів;
- класифікація за функціональними ознаками.

4.5 Параметри та характеристики електроприймачів

За термінологією теорії систем **параметр** – це властивість (показник) системи, яку можна виміряти. Результатом вимірювання параметра системи є число (величина параметра). Саму систему можна розглядати як безліч параметрів, які дослідник вважає за необхідне виміряти для моделювання поведінки системи.

У процесі розгляду електроспоживача (електроприймача) як системи ми беремо до уваги ті параметри, які забезпечують нормальну роботу і одночасно виділяємо параметри, які призводять до порушення показників якості ЕЕ.

Параметри поділяємо на три групи: вхідні, внутрішні і вихідні.

До основних параметрів електроприймачів насамперед відносяться: номінальна напруга, струм і потужність, коефіцієнт активної потужності.

Стандарт ДСТУ 2267-93 визначає номінальний параметр електротехнічного пристрою як зазначений виробником параметр, за якого пристрій має працювати й відносно якого визначаються відхилення.

У межах дослідження електробезпеки ми розглядаємо означення поняття номінальна напруга для системи «Електропостачання споживачів» та означення поняття номінальна напруга для СЕЕ і приймачів ЕЕ.

Номінальна напруга електричної мережі ($U_{ном}$) – величина напруги, на яку розраховано чи до якої віднесено електричну мережу, а також у прив'язці до якої визначено окремі експлуатаційні характеристики.

Номінальна напруга електроспоживача – напруга на шинах з'єднання споживачів з джерелом ЕЕ і за якої електроспоживачі функціонують у межах допустимих відхилень.

Номінальна напруга електроприймача ($U_{ном}$) – напруга, зазначена в паспортних (каталожних) даних, підключення якої забезпечує функціонуван-

ня електроприймача з розрахунковою продуктивністю (ККД, розрахункові режими роботи, обсяг споживання потужності, коефіцієнт активної потужності $\cos\varphi$ тощо).

Номинальний струм ($I_{ном}$) – це струм, що споживається електроприймачем за номінальної напруги живлення й номінального навантаження на виході електроприймача.

Номинальна (синонім – встановлена) потужність – розрахункова потужність електроприймача, зазначена в технічному паспорті, яку він споживає з електричної мережі за умови номінального значення напруги й нормального режиму роботи.

Номинальна потужність для різних груп електроприймачів може бути задана як: активна потужність, кВт; реактивна потужність, кВАр; повна потужність, кВА.

У випадку однофазного споживача ЕЕ його потужність визначають за відомими формулами:

$$\begin{aligned} P &= U \cdot I \cos\varphi, \text{ Вт} \\ Q &= U \cdot I \sin\varphi, \text{ вар,} \\ S &= U \cdot I, \text{ ВА.} \end{aligned} \quad (4.1)$$

де U – напруга на клеммах введення електроприймача, В;

I – струм на клеммах введення електроприймача, А;

$\cos\varphi$, $\sin\varphi$ – коефіцієнти активної й реактивної (відповідно) потужності електроприймача;

P , Q , S – активна, реактивна і повна (відповідно) потужності електроприймача.

Трифазні електроприймачі та основна частина однофазних електроприймачів отримують живлення від трифазної чотирипровідної системи, яка забезпечує їх симетричним живленням. У цьому випадку активна, реактивна й повна потужності можуть бути визначені за такими формулами з урахуванням знаків реактивних опорів:

$$\left. \begin{aligned} P &= I_a^2 R_a + I_b^2 R_b + I_c^2 R_c = I_a \cdot U_a \cdot \cos\varphi_a + I_b \cdot U_b \cdot \cos\varphi_b + I_c \cdot U_c \cdot \cos\varphi_c; \\ Q &= I_a^2 \cdot X_a + I_b^2 \cdot X_b + I_c^2 \cdot X_c = \\ &= I_a \cdot U_a \cdot \sin\varphi_a + I_b \cdot U_b \cdot \sin\varphi_b + I_c \cdot U_c \cdot \sin\varphi_c; \\ S &= \sqrt{P^2 + Q^2}, \end{aligned} \right\} (4.2)$$

де $\cos\varphi_a = R_a / Z_a$; $\cos\varphi_b = R_b / Z_b$; $\cos\varphi_c = R_c / Z_c$; $\sin\varphi_a = X_a / Z_a$; $\sin\varphi_b = X_b / Z_b$; $\sin\varphi_c = X_c / Z_c$.

Індекси a , b і c у рівняннях (4.2) відповідають значенням параметрів відповідних фаз (А, В, С) споживача ЕЕ.

За симетричного навантаження ці формули мають такий вигляд:

$$\left. \begin{aligned} P &= 3I_{\phi}^2 R_{\phi} = \sqrt{3}U_{\phi} I_{\phi} \cos \varphi_{\phi}; \\ Q &= 3I_{\phi}^2 X_{\phi} = \sqrt{3}U_{\phi} I_{\phi} \sin \varphi_{\phi}; \\ S &= \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{3}U_{\phi} I_{\phi}, \end{aligned} \right\} \quad (4.3)$$

де $\cos \varphi_{\phi} = R_{\phi} / Z_{\phi}$; $\sin \varphi_{\phi} = X_{\phi} / Z_{\phi}$;

U_{ϕ}, I_{ϕ} – лінійні напруга і струм (відповідно) електроспоживача.

Індекс ϕ у рівняннях (4.3) позначає відповідний параметр фази споживача ЕЕ.

Потоками входу для електроприймача є електрична енергія, параметри якої (номінальна напруга, частота й синусоїдальність струму, симетрія фаз, наявність провалів напруги, імпульсних напруг і тимчасових перенапруг) відповідають вимогам якості ЕЕ.

Розглядаючи потоки входу, звертаємо увагу на вхідні характеристики електроприймача (залежності між потоками входу й внутрішніми параметрами та режимом роботи електроприймача). Розгляд вихідних потоків обмежуємо дослідженням вихідних характеристик. До моделі вносимо зворотні зв'язки, а саме фактори впливу електроприймача на показники якості ЕЕ.

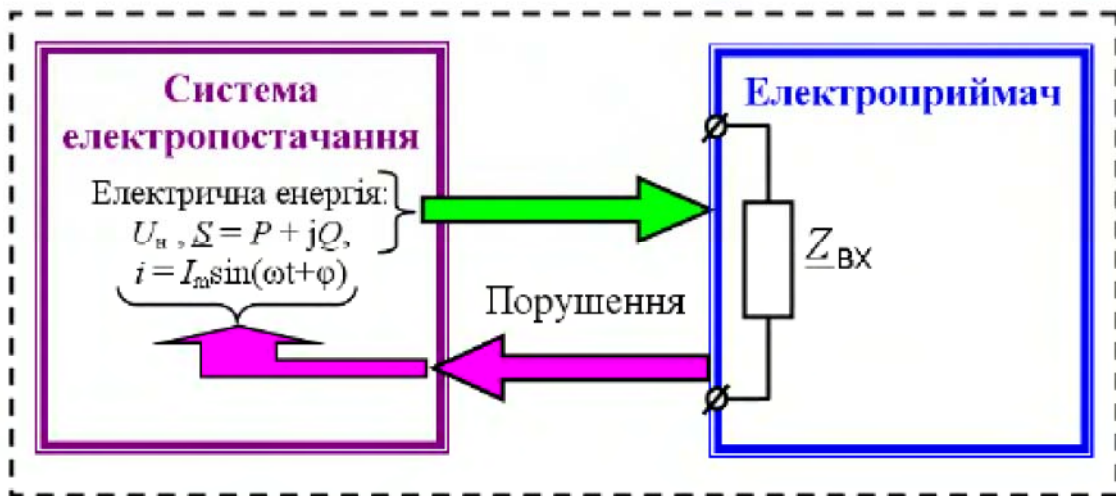


Рисунок 4.9 – Модель взаємодії електроприймача й системи електропостачання

Вхідним потоком системи «Електроприймач» є електрична енергія (ЕЕ). Для розгляду характеристик системи «Електроприймач» ми виділяємо складові (параметри) ЕЕ – комплекси вхідної напруги, вхідного струму і вхідної повної потужності. Розгляд цих параметрів як комплексних величин дає змогу, у разі потреби, враховувати їхні активні й реактивні складові, коефіцієнт потужності. Частоту електричного струму не розглядаємо з урахуванням того, що окремий електроприймач не впливає на частоту мережі живлення.

4.5 Організаційна структура функціонування ринку електричної енергії ПЕК України

Закон України «Про ринок електричної енергії» визначає правові, економічні та організаційні засади функціонування ринку електричної енергії, регулює відносини, пов'язані з виробництвом, передачею, розподілом, купівлею-продажем, постачанням електричної енергії для забезпечення надійного та безпечного постачання електричної енергії споживачам з урахуванням інтересів споживачів, розвитку ринкових відносин, мінімізації витрат на постачання електричної енергії та мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Міністерство енергетики та вугільної промисловості України (Міненерговугілля) є центральним органом виконавчої влади, діяльність якого спрямовується і координується Кабінетом Міністрів України. Міненерговугілля є головним органом у системі центральних органів виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику в електроенергетичному, ядерно-промисловому, вугільно-промисловому, торфодобувному, нафтогазовому та нафтогазопереробному комплексах (далі – паливно-енергетичний комплекс – ПЕК), а також забезпечує формування державної політики у сфері нагляду (контролю) у галузях електроенергетики та теплопостачання.

Технологічними складовими енерговиробництва є:

– державне підприємство Національна енергетична компанія (НЕК) «Укренерго» з електроенергетичними системами (ЕЕС) і ремонтно-експлуатаційними центрами (РЕЦ), які входять до його складу;

– оператор систем передачі;

– оператор ринку;

– виробники електричної енергії, зокрема виробники електричної енергії з альтернативних джерел енергії;

– електропостачальники;

– теплові електроцентралі (ТЕЦ);

– магістральні теплові мережі з підключеними до них станціями теплопостачання, теплоцентралями, котельнями – джерелами теплопостачання (ДТ);

– єдина централізована диспетчерська система оперативно-технологічного управління виробництвом, передачею і розподілом електроенергії.

До технологічних ланок енергетичної галузі належать також проектні, будівельні, монтажні, налагоджувальні, ремонтні та інші спеціалізовані організації незалежно від їхньої відомчої належності і форм власності, пов'язані з енерговиробництвом.

Сукупність електростанцій, електричних мереж, інших об'єктів електроенергетики, що об'єднані спільним режимом виробництва, передачі та розподілу електричної енергії за централізованого управління цим режи-

мом утворюють об'єднану енергетичну систему України (далі ОЕС України).

В електроенергетиці України діє єдина диспетчерська система оперативно-технологічного управління виробництвом, передачею, розподілом та споживанням електричної енергії. Відносини, пов'язані з оперативно-технологічним управлінням, регулюються положенням, затвердженим в установленому порядку.

Функції диспетчерського (оперативно-технологічного) управління ОЕС України та організацію паралельної роботи з енергетичними системами інших держав здійснює орган вищого рівня диспетчерського управління – оператор системи передачі.

Диспетчерське (оперативно-технологічне) управління поширюється на суб'єктів господарювання, об'єкти електроенергетики яких підключені до ОЕС України.

Організацію задання алгоритму роботи, функціонування, параметризації та експлуатації пристроїв релейного захисту, автоматики та електроавтоматики, протиаварійної автоматики і режимної автоматики (далі – РЗА і ПА) всіх суб'єктів і об'єктів енергетики, незалежно від їхньої відомчої належності і форм власності, здійснюють служби (відділи) релейного захисту та автоматики (РЗА), електротехнічні лабораторії (ЕТЛ) чи інші структурні підрозділи, що входять до складу суб'єктів і об'єктів енергетики, що мають трирівневу оперативну підпорядкованість.

Перший рівень – підрозділи «НЕК «Укренерго», що відповідають за розрахунки параметрів, задання алгоритму роботи, функціонування, параметризації та експлуатації пристроїв РЗА і ПА основної мережі ОЕС України і зв'язків з енергооб'єднаннями сусідніх держав, що перебувають в оперативному управлінні та віданні диспетчера «НЕК «Укренерго».

Другий рівень – оперативно-розрахункові підрозділи РЗА і ПА РДЦ, які організовують задання алгоритму роботи, функціонування, параметризації пристроїв РЗА і ПА:

- електричної мережі 220 кВ і вище свого регіону, що знаходяться в оперативному управлінні диспетчерів РДЦ;
- кільцевих (транзитних) зв'язків 110 (154) кВ;
- головної схеми атомних, теплових і гідравлічних електростанцій.

Третій рівень – підрозділи експлуатації релейного захисту та автоматики регіональних ЕЕС «НЕК «Укренерго», підрозділи РЗА енергокомпаній (енергопостачальних компаній, мережних підприємств, електростанцій, тощо), які організовують і експлуатують пристрої РЗА магістральних мереж ОЕС України, розподільних мереж, атомних, теплових, гідравлічних, вітрових електростанцій і блок-станцій.

На об'єктах електроенергетики, де обслуговування пристроїв РЗА виконується спеціалізованими організаціями за договором, замість служби РЗА технічним керівником може бути призначена особа, відповідальна за експлуатацію РЗА.

Загальне управління об'єктом електроенергетики здійснюється черговим диспетчером енергокомпанії, до складу якої входить об'єкт електроенергетики, або начальником зміни електростанції, оперативне обслуговування обладнання здійснюється черговим персоналом підстанцій, розподільних установок, цехів, служб, лабораторій.

4.6 Система управління охороною праці та промислової безпеки на підприємствах галузі

Забезпечення охорони праці, включно й відповідність вимогам охорони праці, за встановленим національними законами і правилами входить до зобов'язань і обов'язків роботодавця. Роботодавець має в організації організувати систему управління охороною праці.

Основні елементи системи управління охороною праці – політика організації, планування заходів з охорони праці та їх впровадження, оцінювання ризику дії небезпеки та удосконалення заходів щодо мінімізації ризику аварій, травматизму та професійних захворювань подано на рис. 4.10



Рисунок 4.10 – Основні елементи системи управління охороною праці

Багато міжнародних організацій виявляють зацікавленість в організації ефективного управління охороною праці (охороною здоров'я і безпекою) працівників (персоналу).

В процесі створення системи управління охороною праці в рамках єдиної інтегрованої системи управління (менеджменту) з іншими підсистемами системи управління ці організації використовують відомий британський стандарт BS 8800-96 «Настанова з систем управління охороною здоров'я і безпекою персоналу» (Guide Occupational health and safety management systems) та розроблений на його основі міжнародний стандарт OHSAS 18001-99 «Системи управління охороною здоров'я і безпекою персоналу. Вимоги» (Occupational Health and Safety Assessment Series).

Система менеджменту охорони праці і промислової безпеки створює основу для здійснення заходів з охорони праці і здоров'я на виробництві щодо забезпечення підвищення їх ефективності та інтеграції в загальну діяльність підприємства.

Відповідно до вимог OHSAS 18001 система менеджменту дозволяє оцінити виробничі небезпеки, ідентифікувати пов'язані з ними ризики і ефективно управляти системою безпеки, що дає можливим звести до мінімуму виробничі ризики, забезпечити належний рівень охорони здоров'я персоналу і дотримання техніки безпеки на робочих місцях. Консалтингові компанії пропонують розробити, впровадити і сертифікувати підприємства з умов безпеки.

Прагнення досягти професіоналізму, компетенції і контрольованої, передбачуваної поведінки персоналу, що бере участь у виробничій діяльності або наданні послуг, становить основу стандарту.

В Україні також впроваджується сертифікація підприємств з умов менеджменту безпеки для підприємств різних галузей.

Наказом Мінпраці від 22.10.2001 р. № 432 затверджено Концепцію управління охороною праці, яка визначає, що *управління охороною праці* – це підготовка, прийняття та реалізація правових, організаційних, науково-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» роботодавець має забезпечити функціонування Системи управління охороною праці (СУОП). Він очолює роботу з управління охороною праці та несе безпосередню відповідальність за її функціонування загалом на підприємстві.

СУОП, як підсистема загальної системи управління виробництвом, має передбачати такі функції: організацію і координацію робіт; облік, аналіз та оцінювання ризиків травматизму; планування показників стану умов та безпеки праці; контроль планових показників та аудит всієї системи з охорони праці; коригування, запобігання обставин, які змінюються; заохочення працівників за активну участь та ініціативу щодо здійснення заходів з підвищення рівня безпеки та поліпшення умов праці.

Завдяки СУОП вирішуються такі основні завдання: навчання з охорони праці; професійний добір працівників; оптимальні режими праці та відпочинку; лікувально-профілактичне обслуговування працюючих; безпека будівель та споруд; санітарно-побутове обслуговування; безпека обладнання; безпека виробничих процесів; забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов праці; наявність засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

В процесі створення СУОП необхідно: створити службу з охорони праці; визначити основні завдання в галузі охорони праці та встановити пріоритетні напрями; визначити перелік законодавчих та інших нормативно-правових актів, що містять вимоги щодо охорони праці для цього виду економічної діяльності; виявити небезпечні та шкідливі виробничі факто-

ри, види робіт, об'єкти, машини, механізми, устаткування, які впливають на безпеку та умови праці; розробити плани для виконання зазначених завдань.

Крім того, необхідно визначити порядок взаємодії всіх осіб, які беруть участь в управлінні виробництвом, прийнятті та реалізації управлінських рішень (накази, розпорядження, приписи тощо). Очолює роботу з управління охороною праці та несе безпосередню відповідальність за її функціонування загалом на підприємстві *роботодавець* (керівник підприємства), а у цехах, службах, на дільницях – *керівники відповідних підрозділів і служб*, відповідальні за стан умов та безпеку праці у підпорядкованих їм підрозділах.

Організаційно-методичне керівництво діяльністю структурних підрозділів та функціональних служб з охорони праці, підготовку управлінських рішень та контроль за їх реалізацією має здійснювати служба охорони праці.

Запитання для самоконтролю

1. Наведіть схему моделі системи типу «Чорний ящик».
2. Назвіть основні елементи системи управління охороною праці.
3. Що розуміють під рівнем структуризації (деталізації) системи?
4. Наведіть приклад моделі взаємодії електроприймача та системи електропостачання.
5. На які групи поділяють електроприймачів за ступенем надійності електропостачання? Надайте загальне означення цих груп.
6. На які групи поділяють електроприймачі за величиною напруги?
7. Поясніть організаційну структуру функціонування ринку електричної енергії ПЕК України.
8. Надайте приклади класифікації електроприймачів за ознаками фізичних параметрів.
9. Назвіть основні елементи системи управління охороною праці
10. Наведіть приклади параметрів електроприймачів.
11. Поясніть місце охорони праці в структурі функціонування ринку електричної енергії ПЕК України.
12. Яким шляхом забезпечується безпека виробничих процесів?
13. Поясніть, в чому полягає завдання системи менеджменту охорони праці і промислової безпеки?
14. Чим різняться потоки входу й виходу системи «Електробезпека»?

5 ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

Досвід експлуатації показує, що для ефективного функціонування система управління охороною праці та промислової безпеки на підприємствах енергетичної галузі, безаварійної роботи електроустановок потрібно разом з їх удосконаленням мінімізувати ризик електротравматизму завдяки впровадженню організаційних та технічних заходів безпеки під час експлуатації та технічного обслуговування електроустановок. Структуру такої організації розроблено внаслідок аналізу тривалого досвіду роботи у значній кількості електроустановок за їх експлуатації та ремонту і викладено у вигляді Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕ), Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕ) та інших галузевих нормативних документах, поданих в першому розділі пп. 1.3 навчального посібника.

Нині безпека експлуатації та технічного обслуговування електроустановок забезпечується комплексом заходів, які умовно можна поділити на три групи:

1. Організаційні заходи, що забезпечують працівників під час експлуатації та технічного обслуговування електроустановок.
2. Технічні заходи захисту, які запобігають дотику персоналу до струмовідних частин, що знаходяться під напругою.
3. Технічні заходи захисту, які знижують ступінь ураження персоналу за дотику його до струмовідних частин, що знаходяться під напругою.

5.1 Організаційні заходи із забезпечення електробезпеки на підприємствах енергетичної галузі

5.1.1 Вимоги до персоналу

Персонал, що обслуговує електроустановки об'єкта, відповідно до класифікатора професій (ДК 003-10) поділяється на такі професійні групи: «Керівники», «Професіонали», «Фахівці», «Технічні службовці», «Робітники».

Згідно з вимогами чинного законодавства України з урахуванням «Довідника кваліфікаційних характеристик професій працівників» роботодавець розробляє та затверджує посадові інструкції для керівників, професіоналів та фахівців, враховуючи конкретні завдання та обов'язки, функції, права, відповідальність працівників. У разі необхідності розробляються робочі інструкції для робітників і технічних службовців.

До категорії працівників, які безпосередньо організовують, контролюють або виконують роботи в електроустановках, відносяться:

- керівники, які видають завдання на виконання робіт в електроустановках (планові, аварійні, оперативні);
- працівники, які мають право видавати наряди або розпорядження;

- оперативні працівники;
- оперативно-виробничі працівники;
- керівники робіт;
- допускачі;
- наглядачі;
- члени бригади;
- контролюючі особи.

Керівник підприємства зобов'язаний забезпечити утримання, експлуатацію та обслуговування електроустановок відповідно до вимог ПУЕ, ПТЕ, ПБЕ.

Організація роботи починається з встановлення обов'язків і порядку взаємодії осіб, пов'язаних з забезпеченням електробезпеки підприємства.

Залежно від функціональних обов'язків щодо взаємодії з електроустановками, всі працівники цього напрямку поділяються на дві групи: електротехнічні та електротехнологічні працівники.

Електротехнологічні працівники, які мають групу II з електробезпеки і вище, здійснюють обслуговування установок електротехнологічних процесів (електрозварювання, електроліз, електротермія тощо), переносних і пересувних струмоприймачів і т. п.

Обслуговування електроустановок споживачів, зокрема виконання ремонтних, монтажних, налагоджувальних робіт і оперативних перемикань в електроустановках здійснюють електротехнічні працівники.

До *електротехнічних* працівників, які мають групу II-V з електробезпеки, висуваються такі вимоги:

- вік цих працівників має бути не менше 18 років;
- ці особи не мають медичних протипоказань, що заважають виробничій роботі;
- після відповідної підготовки електротехнічні працівники зобов'язані пройти перевірку знань і мати посвідчення встановленої форми, що засвідчує право на самостійну роботу в електроустановках на зазначеній посаді за фахом.

Для працівників електроенергетики обов'язковими є такі *організаційні форми роботи*:

1. Первинний і періодичний медичний (наркологічний) огляд.
2. Професійний відбір (до призначення на посаду).
3. Інструктажі (вступні, первинні, повторні, позапланові, цільові).
4. Перевірка знань з електробезпеки (первинна, повторна, позачергова).
5. Стажування перед допуском до виконання самостійної роботи за професією.
6. Дублювання для оперативних і оперативно-виробничих працівників перед початком самостійної роботи.
7. Спеціальна підготовка для виконання робіт з підвищеною небезпекою.
8. Протиаварійні тренажерні тренування для оперативних і оператив-

но-виробничих працівників (після дублювання і у процесі трудової діяльності).

9. Періодичне навчання на виробництві.

10. Первинне і періодичне навчання в спеціалізованих навчальних закладах.

11. Підвищення кваліфікації.

12. Перепідготовка у разі оволодіння іншою професією.

13. Оперативний контроль.

До самостійної роботи на електроустановках допускається працівник, який пройшов медичний огляд і має відповідну групу з електробезпеки.

Працівники, допущені до експлуатації електроустановок, мають:

– знати вимоги Правил безпечної експлуатації електроустановок, керівних та експлуатаційних документів відповідно до займаної посади і своїх обов'язків;

– знати будову та принципи роботи електроустановок, що знаходяться в експлуатації, а також машин, механізмів і пристосувань, які під час роботи застосовуються;

– знати умови забезпечення безпеки під час виконання конкретних робіт на електроустановках;

– знати будову, призначення і порядок використання засобів захисту й пожежогасіння та вміти користуватися ними;

– мати необхідні практичні навички виконання штатних технологічних операцій на електроустановках;

– уміти надавати першу допомогу потерпілому від ураження електричним струмом згідно з Правилами надання першої допомоги потерпілому від електричного струму.

5.1.2 Кваліфікаційні групи з електробезпеки

Працівники, що обслуговують електроустановки, зобов'язані мати відповідну групу з електробезпеки.

Згідно з ПБЕЕ у процесі отримання групи з електробезпеки мають виконуватися такі вимоги:

1) для одержання групи I необхідно пройти інструктаж з електробезпеки під час роботи в цій електроустановці з оформленням у журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці (незалежно від посади і фаху, мінімальний стаж роботи в електроустановках). Інструктаж з електробезпеки на групу I має проводити особа, відповідальна за електрогосподарство. Видання посвідчень працівникам з групою I та мінімальний стаж роботи в електроустановках не обов'язкові;

2) особам, молодшим за 18 років, не дозволяється присвоювати групу вище II;

3) для присвоєння чергової групи з електробезпеки необхідно мати мінімальний стаж роботи в електроустановках з попередньою групою, що зазначено у табл. 5.1;

Таблиця 5.1 – Мінімальний стаж роботи в електроустановках, достатній для присвоєння наступної групи з електробезпеки

Категорія персоналу	Мінімальний стаж роботи в електроустановках з попередньою групою для одержання групи (місяців)			
	II	III	IV	V
1. Електротехнологічні працівники	2	–	–	–
2. Електротехнічні працівники				
2.1 З вищою технічною, середньою освітою	1	2	3	12
2.2 Що закінчили спеціалізовані ПТУ	1	2	3	12
2.3 Без спеціальної освіти	2	2	12	24
3. Практиканти:				
3.1. Університетів, коледжів	1	3	–	–
3.2. Профтехучилищ	1	6	–	–

Примітка 1. Для одержання груп III-V потрібне спеціальне навчання стосовно посади, яку обіймає працівник.

Примітка 2. Стаж роботи і група з електробезпеки в електроустановках до 1000 В не враховується під час визначення мінімального стажу в електроустановках вище 1000 В.

4) для одержання груп II-III працівники мають:

а) чітко усвідомлювати небезпеку, пов'язану з роботою в електроустановках;

б) знати й уміти застосовувати на практиці правила безпеки в обсязі, потрібному для роботи, яка виконується;

в) знати будову й улаштування електроустановок;

г) уміти практично надавати першу допомогу потерпілим від електричного струму, зокрема застосовувати способи штучного дихання і масажу серця;

5) для одержання груп IV-V додатково необхідно знати компонування електроустановок і вміти організувати безпечно проведення робіт, навчити працівників інших груп правил безпеки та надання першої допомоги потерпілим від електричного струму;

б) для одержання групи V необхідно також розуміти, чим викликані вимоги того чи іншого пункту правил ПБЕЕ.

5.1.3 Організація робіт під час оперативного обслуговування електроустановок

Експлуатація діючих електроустановок за умовами електробезпеки поділяється на оперативне обслуговування електроустановок і виконання робіт у них.

Оперативне обслуговування діючих електроустановок – це комплекс

робіт, який охоплює: обходи та огляди електроустановок; проведення оперативних перемикачів, чергування в електроустановках; огляд обладнання; виконання робіт у порядку поточної експлуатації.

Оперативне обслуговування електроустановок здійснюється з метою контролю за роботою обладнання і забезпечення безперебійного електропостачання споживачів. Оперативне обслуговування виконує оперативний персонал, а за відсутності чергувань в електроустановках – оперативно-ремонтні працівники.

У деяких випадках огляд може виконуватися адміністративно-технічними працівниками з групою V в електроустановках понад 1000 В і з групою IV – до 1000 В.

Виконання робіт в електроустановках – це ремонтні, монтажні, налагоджувальні, будівельні та інші роботи в діючих електроустановках, які більш трудомісткі і складні, ніж під час поточної експлуатації, та для забезпечення безпечних і безаварійних умов виконання яких потрібна значно складніша організація праці.

Основні завдання чергової зміни полягають у: правильному та безаварійному обслуговуванні всього устаткування; вмиканні (вимиканні) обладнання, регулюванні режимів його роботи; забезпеченні надійного та економічного електропостачання споживачів; запобіганні порушення заданого режиму роботи; проведенні обходів і оглядів; ліквідації наслідків аварій.

Оперативні працівники, які обслуговують електроустановки одноосібно, та старші у зміні, мають мати групу IV з електробезпеки в електроустановках понад 1000 В і III – в електроустановках до 1000 В.

Оперативні працівники мають працювати за графіком, затвердженим особою, відповідальною за електрогосподарство.

Оперативні працівники, які заступають на чергування, мають прийняти зміну від попереднього чергового, здати зміну наступному черговому. Залишення зміни без здачі зміни забороняється. У виняткових випадках залишення робочого місця допускається з дозволу оперативного працівника вищого рівня.

Огляди електроустановок призначені для своєчасного виявлення недоліків і ненормальної роботи обладнання, перевірки наявності допоміжних пристроїв, засобів захисту тощо.

Огляд електроустановок може виконуватись одноосібно: адміністративно-технічними працівниками з групою V – в електроустановках напругою понад 1кВ і з групою IV – в електроустановках напругою до 1кВ;

– оперативним працівником, який обслуговує цю електроустановку.

Огляд електроустановок неелектротехнічними працівниками та екскурсії за наявності дозволу керівника підприємства мають проводитись під наглядом працівника, який має право одноосібного огляду.

Під час огляду перевіряються вихідне положення, режим роботи, стан і справність обладнання, будівель і споруд, наявність плакатів безпеки, цілісність заземлювальних провідників.

Під час огляду забороняється виконувати будь-яку іншу роботу, тому що огляд – це також робота, яку виконує працівник.

Під час огляду електроустановок понад 1000 В забороняється відчиняти двері приміщень, комірок, не обладнаних сітчастими огороженнями або бар'єрами, якщо відстань між дверима і струмовідними частинами менша за зазначену в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Допустимі відстані до струмовідних частин, що знаходяться під напругою

Напруга, кВ	Відстань від людини в будь-якому можливому її положенні та інструментів і пристосувань, що використовуються нею, від тимчасових огорож, м, не менше	Відстань від механізмів і вантажопідіймальних машин у робочому та транспортному положеннях від стропів, вантажозахоплювальних пристроїв і вантажів, м, не менше
До 1: на ПЛ, у решті електроустановок	0,6 не нормується (без дотику) 0	1,0 1,0
6–35	6	1,0
110	1,0	1,5
150	1,5	2,0
220	2,0	2,5

Перелік приміщень і комірок, у яких відстань між дверима і струмовідними частинами менша за зазначену, має затверджуватись керівництвом підприємства, а не структурного підрозділу, що часто зустрічається на практиці. З цим переліком має бути ознайомлені всі працівники, які організують або виконують роботи в таких електроустановках, і насамперед – працівники, які видають наряди (розпорядження), дають дозволи і готують робочі місця, а також проводять огляди.

5.1.4 Організація робіт під час оперативного перемикання електроустановок

З метою запобігання можливим помилкам і непорозумінням під час організації виконання робіт в електроустановках, які можуть стати причиною нещасних випадків як під час підготовки робочих місць, так і під час виконання робіт необхідно дотримуватись єдиних диспетчерських найменувань, Правил виконання оперативних перемикань в стан, які приймаються і затверджуються розпорядчим документом підприємства з урахуванням за-

гальноприйнятих диспетчерських найменувань.

Наведемо *приклад* виконання оперативних перемикань на електричній підстанції 35 кВ під час виконання окремих видів робіт.

Електричну схему одного з сучасних ВРУ-35 кВ для проведення робіт із обслуговування обладнання подано на рисунку 5.1.

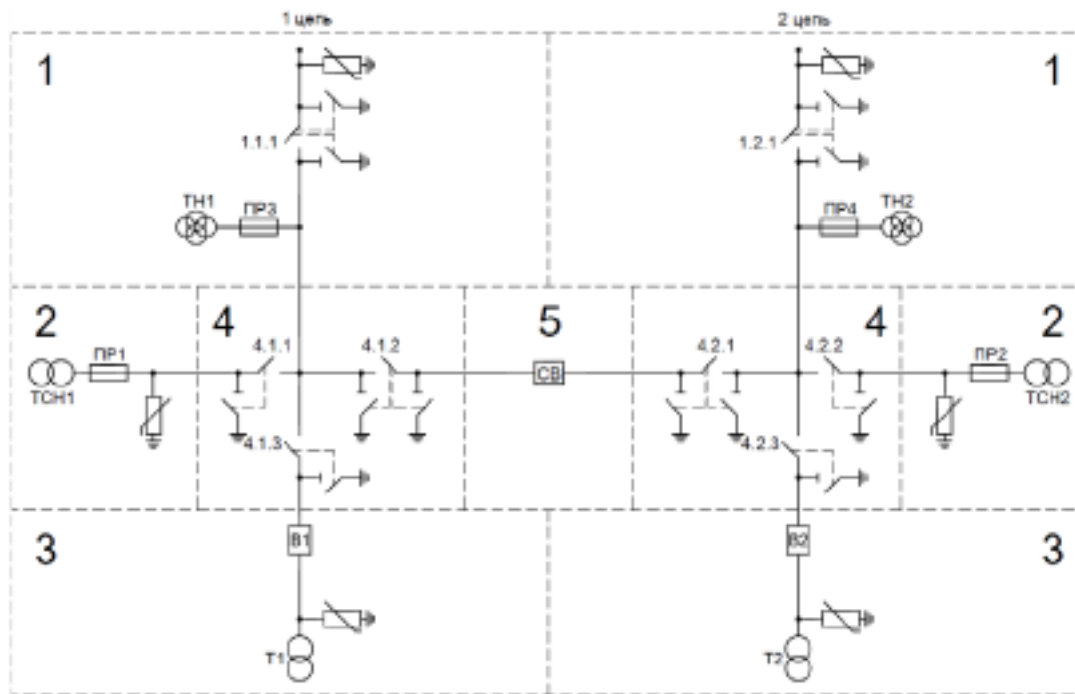


Рисунок 5.1 – Приклад електричної схеми ВРУ 35 кВ для проведення робіт із обслуговування обладнання

До основних конструктивних елементів ВРУ-35 кВ належать: роз'єднувач ТСН 35 кВ, блок ТН 35 кВ, реклоузер секційний, портал лінійний ПСЛ110Я4С, роз'єднувач лінійний, роз'єднувач секційний, роз'єднувач трансформатора, реклоузер трансформатора, блок ТСН 35 кВ, майданчик обслуговування.

Конструктивне виконання ВРП 35 кВ забезпечує підвищену безпеку під час проведення робіт і оперативних перемикань. Так територія ВРП 35 кВ поділяється умовно на ряд безпечних робочих зон (рис. 5.1.)

У кожній робочій зоні для забезпечення безпеки дотримано такі відстані згідно з ПУЕ:

1. Відстань від негороджених струмоведучих частин до землі (підлоги площадки обслуговування) – 3100 мм.

2. Відстань між частинами різних кіл в різних площинах під час обслуговування одного кала і невимкнутого іншого – 2400 мм.

3. Відстань від нижньої кромки ізолятора до землі (підлоги площадки обслуговування) – 2500 мм.

Оперативні перемикання виконуються згідно з «Бланком оперативних перемикань» за допомогою інтерфейсів управління, розташованих на ВРП 35 кВ, як безпосередньо з місця установки реклоузера або роз'єднувача, так і з ЗРУ 6 (10) кВ таким чином.

Послідовність виконання операцій під час виконання окремих видів перемикачів розглянемо на прикладі рис. 5.1.

Для зміни режиму роботи ВРП 35 кВ або виділення окремої зони щодо проведення робіт із обслуговування електрообладнання ПС необхідно виконати певну послідовність перемикачів реклоузера і роз'єднувачів (нормальний режим роботи: вимикач СВ відключено, роз'єднувачі 4.1.2 і 4.2.1 включено).

Опис дій:

1.1. Зона 1, підготовка робочого місця.

1.1.1. Відключити вимикач В1.

1.1.2. Відключити вимикач з боку НН ТСН1.

1.1.3. Зняти напругу з 1 кола.

1.1.4. Відключити роз'єднувач 1.1.1.

1.1.5. Відключити роз'єднувачі 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3.

1.1.6. Перевірити відсутність напруги на відключених ділянках.

1.1.7. Включити заземлювачі 1.1.1.

1.1.8. Встановити переносне заземлення на 1 коло.

1.1.9. Включити заземлювач 4.1.2 з боку збірних шин.

1.1.10. Проводити роботи в зоні 1.

1.2. Зона 1, введення в роботу.

1.2.1. Припинити роботи в зоні 1.

1.2.2. Зняти переносне заземлення з 1 кола.

1.2.3. Відключити заземлювачі 1.1.1.

1.2.4. Відключити заземлювач 4.1.2 з боку збірних шин.

1.2.5. Включити роз'єднувач 1.1.1.

1.2.6. Включити роз'єднувачі 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3.

1.2.7. Подати напругу на 1 коло.

1.2.8. Включити вимикач з боку НН ТСН1.

1.2.9. Включити вимикач В1.

1.2. Зона 2, підготовка робочого місця.

1.2.1. Відключити вимикач з боку НН ТСН1.

1.2.2. Відключити роз'єднувач 4.1.1.

1.2.3. Перевірити відсутність напруги на відключених ділянках.

1.2.4. Включити заземлювач 4.1.1. 1.2.5. Включити заземлювач на стороні НН ТСН1.

1.2.6. Встановити переносне заземлення на шини ТСН1 з боку ВН.

1.2.7. Виконувати роботи в зоні 2.

2.2. Зона 2, введення в роботу.

2.2.1. Припинити роботи в зоні 2.

2.2.2. Відключити заземлювач на стороні НН ТСН1.

2.2.3. Зняти переносне заземлення з шини ТСН1 з боку ВН.

2.2.4. Відключити заземлювач 4.1.1.

2.2.5. Включити роз'єднувач 4.1.1.

2.2.6. Включити вимикач з боку НН ТСН1.

- 1.1. Зона 3, підготовка робочого місця.
 - 1.1.1. Відключити вимикач В1.
 - 1.1.2. Відключити роз'єднувач 4.1.3.
 - 1.1.3. Перевірити відсутність напруги на відключених ділянках.
 - 1.1.4. Включити заземлювач 4.1.3.
 - 1.1.5. Включити заземлювач на стороні НН Т1.
 - 1.1.6. Встановити переносне заземлення на шини Т1 з боку ВН.
 - 1.1.7. Виконувати роботи в зоні 3.
 - 1.2. Зона 3, введення в роботу.
 - 1.2.1. Припинити роботи в зоні 3.
 - 1.2.2. Відключити заземлювач на стороні НН Т1.
 - 1.2.3. Зняти переносне заземлення з шин Т1 з боку ВН.
 - 1.2.4. Відключити заземлювач 4.1.3.
 - 1.2.5. Включити роз'єднувач 4.1.3.
 - 1.2.6. Включити вимикач В1.
 - 4.1. Зона 4, підготовка робочого місця.
 - 4.1.1. Відключити вимикач В1.
 - 4.1.2. Відключити вимикач з боку НН ТСН1.
 - 4.1.3. Відключити роз'єднувач 1.1.1.
 - 4.1.4. Перевірити відсутність напруги на відключених ділянках.
 - 4.1.5. Включити заземлювач 1.1.1 з боку навантаження.
 - 4.1.6. Відключити роз'єднувачі 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 та 4.2.1.
 - 4.1.7. Включити заземлювачі 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 та 4.2.1 з боку 1 кола.
 - 4.1.8. Провести роботи в зоні 4.
 - 4.2. Зона 4, введення в роботу.
 - 4.2.1. Припинити роботи в зоні 4.
 - 4.2.2. Відключити заземлювачі 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 та 4.2.1 з боку 1 кола.
 - 4.2.3. Включити роз'єднувачі 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 та 4.2.1.
 - 4.2.4. Відключити заземлювач 1.1.1 з боку навантаження.
 - 4.2.5. Включити роз'єднувач 1.1.1.
 - 4.2.6. Включити вимикач з боку НН ТСН1.
 - 4.2.7. Включити вимикач В1.
 - 5.1. Зона 5, підготовка робочого місця.
 - 5.1.1. Переконатися, що секційний вимикач відключений.
 - 5.1.2. Відключити роз'єднувачі 4.1.2 і 4.2.1.
 - 5.1.3. Перевірити відсутність напруги на відключених ділянках.
 - 5.1.4. Включити заземлювачі 4.1.2 і 4.2.1 з боку СВ.
 - 5.1.5. Виробляти роботи в зоні 5.
 - 5.2. Зона 5, введення в роботу.
 - 5.2.1. Припинити роботи в зоні 5.
 - 5.2.2. Відключити заземлювачі 4.1.2 і 4.2.1.
 - 5.2.3. Включити роз'єднувачі 4.1.2 і 4.2.1. 4.2.1. Оперативні перемика-
- ня ВРП 35 кВ

Управління режимами ВРП 35 кВ здійснюється шляхом зміни положення головних контактів реклоузера, роз'єднувачів і заземлювачів. Зміна положення головних контактів реклоузера, роз'єднувачів і заземлювачів здійснюється за допомогою наступних інтерфейсів управління: місцевий, дистанційний і телеуправління (якщо на підстанції є АСУТП).

Реклоузер SMART35 дозволяє виконувати оперативні відключення силових трансформаторів, змінювати режим роботи схеми ВРП 35 кВ, а також забезпечує захист силових трансформаторів і збірних шин завдяки вбудованій захисній автоматиці, яка отримує інформацію про стан мережі від вбудованих в комутаційний модуль датчиків струму, датчиків напруги та датчика струму нульової послідовності.

Кнопковий інтерфейс дистанційного управління режимами реклоузера подано на рис. 5.2.

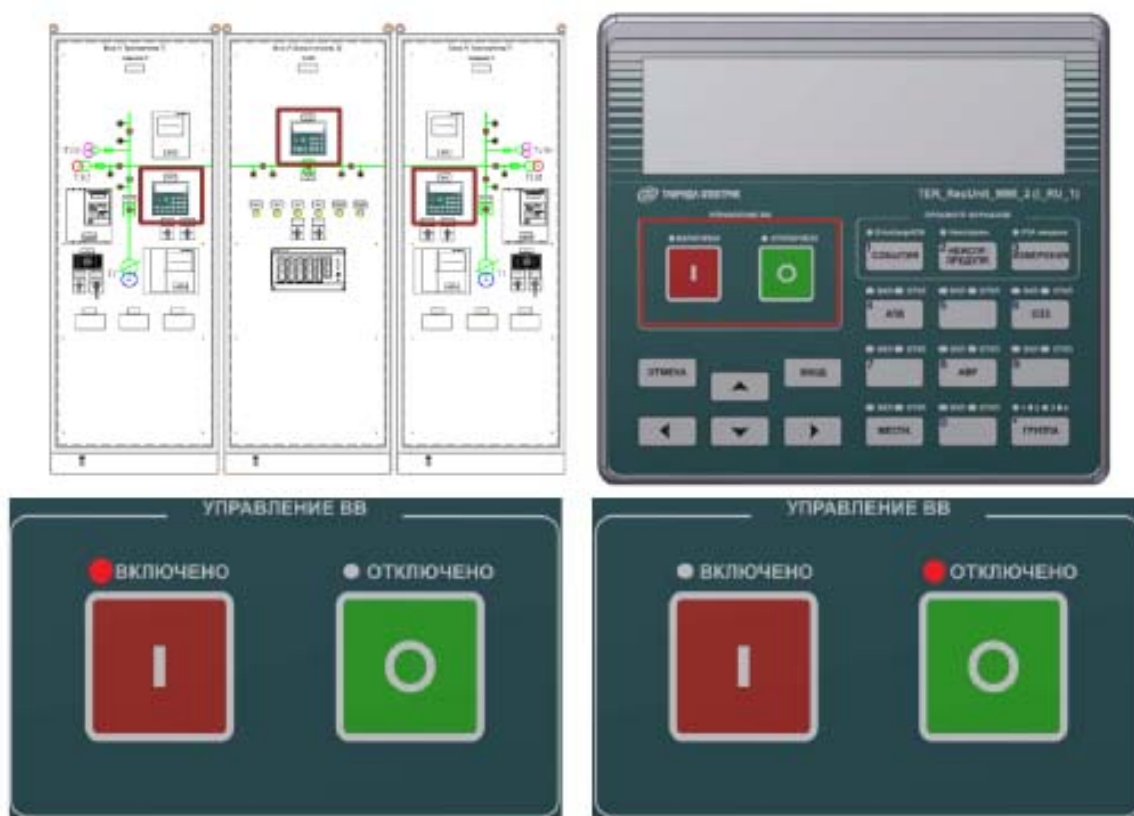


Рисунок 5.2 –Приклад дистанційного інтерфейсу (режиму) управління реклоузера на ПС-35 кВ

Приклад виконання інтерфейсу управління РПН силового трансформатора показано на рис. 5.3.

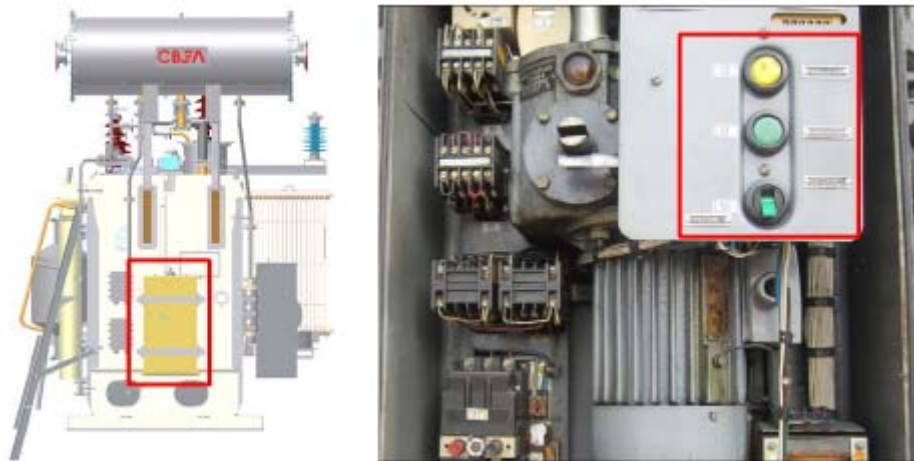


Рисунок 5.3 – Приклад виконання місцевого інтерфейсу (режиму) управління РПН трансформатора

Інтерфейси автоматичного і дистанційного режимів управління РПН трансформатора знаходяться в ЗРУ 10 (6) кВ на панелі шафи захистів і управління 35 кВ.

5.1.5 Технологічна послідовність організаційних дій з підготовки робочих місць і допуску до виконання робіт в електроустановках

Перед виконанням будь-яких дій в електроустановках необхідно пам'ятати, що перед початком роботи в електроустановках на робочому місці, насамперед потрібно перевірити за написами найменування електроустановки, приєднання і назву апарата, на якому потрібно виконати операції. Робити це «по пам'яті» категорично забороняється. Ситуація і схеми можуть зазнати змін у будь-який час, а працівник може і не знати цього. Головною оперативною особою є диспетчер.

Роботи в діючих електроустановках потрібно проводити за нарядом, розпорядженням та у порядку поточної експлуатації з урахуванням такої послідовності дій:

1. Оформити заявку.
2. Видати наряд, розпорядження.
3. За необхідності оформити бланки перемикань.
4. Одержати дозвіл на підготовку та допуск.
5. Прибути до електроустановки і переконатись, що це саме та електроустановка.
6. Вивести за межі електроустановки працівників, яким не доручено готувати робоче місце.
7. Вимкнути комутаційні апарати.
8. Закрити на замки приводи комутаційних апаратів.
9. Вивісити заборонні плакати.
10. Приєднати до «землі» переносні заземлення.
11. Перевірити відсутність напруги.

12. Заземлити і вивісити плакати «Заземлено».
13. Огородити і вивісити плакати на огороженнях (конструкціях).
14. Допустити бригаду до роботи.

Детальний опис технологічної послідовності організаційних дій з підготовки робочих місць і допуску до виконання робіт в електроустановках за нарядом, розпорядженням та у порядку поточної експлуатації подано у ПБЕЕ.

5.2 Технічні заходи, що створюють безпечні умови виконання робіт

Для забезпечення захисту від ураження електричною енергією під час виконання робіт в діючих електроустановках потрібно виконати комплекс обов'язкових *загальних технічних заходів*, зазначених у ПБЕЕ, а саме:

- здійснити необхідні вимикання і вжити заходів, що перешкоджають помилковому або самочинному увімкненню комутаційних апаратів;
- вивісити на приводи ручного і ключі дистанційного керування комутаційними апаратами заборонні плакати;
- перевірку відсутності напруги;
- механічне замикання приводів комутаційних апаратів, зняття запобіжників, від'єднання кінців живильних ліній та інші заходи, які виключають можливість помилкового подання напруги на місце роботи;
- заземлення вимкнених струмовідних частин (встановлення переносних заземлень, увімкнення заземлювальних ножів);
- огороження робочого місця або загородження, що залишаються під напругою струмовідних частин, до яких у процесі роботи можливо доторкнутися або наблизитися на недопустиму відстань.

5.2.1 Послідовність виконання технічних заходів

Під час підготовки робочого місця для роботи, яка потребує знімання напруги, необхідно виконати у зазначеній послідовності такі технічні заходи:

- провести необхідні вимкнення і вжити заходів щодо запобігання помилковому або самочинному вмиканню комутаційної апаратури;
- вивісити заборонні плакати на приводах ручного і на ключах дистанційного керування комутаційною апаратурою. За необхідності струмовідні частини потрібно огороджувати;
- приєднати до «землі» переносні заземлення;
- перевірити відсутність напруги на струмовідних частинах, на які необхідно встановити заземлення. Якщо переносні заземлення планується ставити поблизу струмовідних частин, що не входять в зону робочого місця, то їх огороження потрібно встановити до перевірки відсутності напруги та заземлення;
- встановити заземлення (увімкнути заземлювальні ножі, приєднати до вимкнених струмовідних частин переносні заземлення) безпосередньо після перевірки відсутності напруги та вивісити плакати «Заземлено» на при-

водах відключальних комутаційних апаратів;

- обгородити, у разі необхідності, робочі місця або струмовідні частини, що залишились під напругою, і вивісити на огородженнях плакати безпеки. Залежно від місцевих умов струмовідні частини обгороджують до або після їх заземлення.

Під час виконання робіт в діючих електроустановках, які потребують зняття напруги, Правилами встановлено обов'язкову технологічну послідовність виконання технічних заходів, порушувати яку під час підготовки робочого місця забороняється.

Виходячи з умов безпечного виконання робіт у наряді-допуску або у розпорядженні зазначаються всі комутаційні апарати, які необхідно вимкнути під час підготовки робочого місця. Необхідність вимкнення у наряді-допуску (розпорядженні) комутаційних апаратів, що забезпечують зняття напруги на робочому місці, встановлюється згідно з оперативними схемами електричних з'єднань електроустановок, які мають відображати їх дійсне положення на час виконання перемикачів.

Для запобігання несанкціонованому, помилковому або самочинному вмиканню комутаційного апарата з ручним або дистанційним керуванням уживаються заходи щодо неможливості їх керуванням у вимкненому стані.

Вивіщування заборонних плакатів відноситься до технічного заходу. Забороняється керувати ручними приводами (кнопками) комутаційних апаратів, якими можливо подати напругу на робоче місце після їх вимкнення.

Приєднання переносного заземлення до «землі» передбачає встановлення надійного з'єднання заземлювального провідника (спуска) до заземлювача або до металевих частин конструкцій за допомогою наконечника або струбцини.

Перевірка відсутності напруги на струмовідних частинах є найважливішим технічним заходом щодо визначення правильності попередніх дій, пов'язаних з відключенням електроустановки і можливістю безпечного заземлення струмовідних частин.

Заземлення вимкнених струмовідних частин (приєднання переносних заземлень до вимкнених струмовідних частин, увімкнення заземлювальних ножів) призначене для захисту працівників, які виконують роботу на вимкнених струмовідних частинах електроустановки від напруги, що може бути подана помилково, або від наведеної напруги.

Умова щодо заземлення вимкнених струмовідних частин безпосередньо проводиться після перевірки відсутності напруги і потребує приєднання до «землі» переносного заземлення до перевірки відсутності напруги.

Необхідність обгороджування робочого місця або струмовідних частин виникає внаслідок таких умов:

- наявності в електроустановці, де виконується робота, струмовідних частин, які залишаються під напругою;

- можливості випадкового наближення на неприпустиму відстань до

струмовідних частин, що залишаються під напругою.

5.2.2 Вимикання (знімання) напруги

Дії з вимкнення струмовідних частин, на яких має виконуватися робота, є елементом загального порядку оперативних перемикань в електроустановках, установленого галузевими нормативними документами та за місцевими умовами.

В процесі виконання операцій з комутаційними апаратами із вимкнення струмовідних частин, на яких буде виконуватися робота, перед вимкненням потрібно переконатися у правильності вибраного приєднання згідно з диспетчерськими написами на приводах, кнопках керування комутаційними апаратами.

Якщо виникає можливість наближення людей, механізмів, вантажопідіймальних машин та пристосувань до ПЛЗ, що перебувають під напругою понад 1000 В, останні необхідно вимкнути.

В електроустановках понад 1000 В з кожного боку, звідки комутаційним апаратом може бути подано напругу на робоче місце, має бути видимий розрив, створений від'єднанням або зніманням шин і проводів, вимиканням роз'єднувачів, зніманням запобіжників, а також вимиканням роз'єднувачів та вимикачів навантаження, за винятком тих, у яких автоматичне вмикання здійснюється пружинами, встановленими на самих апаратах.

Трансформатори напруги та силові трансформатори, пов'язані з виділеною для роботи ділянкою електроустановки, необхідно вимкнути також із боку напруги до 1000 В для запобігання можливості зворотної трансформації.

Створення видимих розривів зніманням шин і проводів виконується за окремим нарядом або за розпорядженням.

Забороняється виконувати роботу на обладнанні або на частині електроустановки, відокремлених від струмовідних частин, що знаходяться під напругою, тільки вимиканням роз'єднувача чи вимикача навантаження, у яких вмикання здійснюється пружинами, які встановлені на самих апаратах.

Працівники, які здійснюють оперативне обслуговування електроустановок, зобов'язані знати про наявність електроустановок із комутаційними апаратами, якими неможливо створювати видимі розриви.

Зображення таких апаратів на оперативних схемах має відрізнятися від роз'єднувачів та вимикачів навантаження, якими дозволено створювати видимі розриви.

Для запобігання можливості появи на вимкнених для виконання робіт ділянках електроустановки напруги, завдяки зворотній трансформації, приводи вимкнених трансформаторів напруги та силових трансформаторів із боку напруги до 1000 В потрібно замкнути на замок або установити між контактами ізольовані накладки і вивісити плакат: «Не вмикати! Працюють люди».

Під час підготовки робочого місця після вимкнення роз'єднувачів та

вимикачів навантаження з ручним керуванням необхідно візуально переконатись в тому, що вони знаходяться у вимкненому положенні, а також переконатися у відсутності шунтувальних перемичок.

Після вимкнення роз'єднувачів та вимикачів навантаження з ручним керуванням необхідно візуально переконатися у тому, що положення кожного струмовідного ножа (контакту) відповідає вимкненому положенню і на кожній з фаз апарата відсутня шунтувальна перемичка. Огляд потрібно виконувати без відкриття дверей комірок, де змонтовано комутаційні апарати, якщо вони не обладнані сітчастим огородженням, а також підійматися на опору з роз'єднувачів.

В електроустановках понад 1000 В для запобігання помилковому або самочинному вмиканню комутаційних апаратів, якими може бути подана напруга до місця роботи, необхідно вжити таких заходів:

- приводи роз'єднувачів, вимикачів навантаження з ручним керуванням у вимкненому положенні – зачинити на механічний замок (в електроустановках 6, 10 кВ з однополюсними роз'єднувачами допускається надягати на ножі спеціальні діелектричні ковпаки).

Усі приводи роз'єднувачів, вимикачів навантаження з ручним керуванням мають бути обладнані пристроєм для зачинення на механічний замок у вимкненому положенні для запобігання помилковому або самостійному вмиканню;

- у приводів комутаційних апаратів, що мають дистанційне керування, – вимкнути силові кола та кола керування, а у пневматичних приводів, крім того, на підвідному трубопроводі стисненого повітря – закрити і зачинити на механічний замок засувку та випустити стиснене повітря; в цьому разі спускні клапани потрібно залишити у відкритому положенні.

У приводів комутаційних апаратів, що мають дистанційне керування, достатньо зняти запобіжники на всіх полюсах силових і оперативних кіл.

В електроустановках до 1000 В з усіх боків струмовідних частин, на яких буде виконуватися робота, потрібно зняти напругу вимкненням комутаційних апаратів з ручним приводом, а у разі наявності в схемі запобіжників – їхнім зніманням. Якщо в схемі відсутні запобіжники, то для відвернення помилкового вмикання комутаційних апаратів необхідно забезпечити виконання таких заходів: замикання рукояток та дверей шафи, закриття кнопок, встановлення між контактами комутаційних апаратів ізолювальних накладок тощо. У разі знімання напруги комутаційним апаратом з дистанційним керуванням необхідно після цього від'єднати провід, який живить котушку вмикання, якщо в схемі відсутні запобіжники.

На робочому місці мають бути відключені струмовідні частини, а також ті, до яких можливо доторкнутися під час виконання роботи. Доступні до дотику неізольовані струмовідні частини можна не відключати, якщо вони будуть надійно огорожені ізолювальними матеріалами, які відповідають умовам «Правил експлуатації електрозахисних засобів» (ДНАОП 1.1.10-1.07-01).

Відключення має виконуватися таким чином, що виділені для ділянки електроустановки або обладнання були з усіх боків відділені від струмовідних частин, що знаходяться під напругою, комутаційними апаратами, зняттям запобіжників або від'єднанням кабелю, проводів від комутаційного апарата.

Вимкнене положення комутаційних апаратів до 1000 В з ручним керуванням візуально перевіряється за положенням контактів із лицьового боку панелі або оглядом панелі з тильного боку, відкриттям щитків, дверцят, кожухів, положенням покажчика, який відповідає положенню контактів.

5.2.3 Вивішування плакатів безпеки, огороження робочого місця

Плакати і знаки безпеки, що застосовуються в електроустановках, візуально ілюструють головні правила і заходи безпеки щодо заборони працівникам виконувати окремі дії й операції (заборонні плакати), попередження про небезпечність виконання певних дій та операцій, тобто застереження від помилок (застережні знаки і плакати), роз'яснення щодо розташування робочого місця (настановні плакати), роз'яснення щодо стану електроустановки (вказівний плакат).

Заборонні плакати виконуються червоними літерами на білому фоні з червоною облямівкою, крім плаката «Не вмикати! Робота на лінії!», який виконується білими літерами на червоному фоні з білою облямівкою.

Застережні плакати виконуються чорними літерами на білому фоні в прямокутнику з червоною стрілкою і червоною облямівкою.

Настановні плакати виконуються чорними літерами всередині білого кола на зеленому фоні квадрата з білою облямівкою.

Вказівний плакат виконується білими літерами на синьому фоні прямокутника, який має білу облямівку.

На приводах роз'єднувачів та вимикачів навантаження, на ключах та кнопках дистанційного керування, на комутаційній апаратурі до 1000 В (автомати, рубильники, вимикачі), у разі вмикання яких може бути подано напругу на робоче місце, необхідно вивісити плакати *«Не вмикати! Працюють люди»*.

На приєднаннях до 1000 В, що не мають комутаційної апаратури, плакати потрібно вивішувати біля знятих запобіжників.

Біля роз'єднувачів, які керуються оперативною штангою, плакати потрібно вивішувати на огороженнях.

Біля однополюсних роз'єднувачів з приводом плакати необхідно вивішувати на приводі кожного роз'єднувача.

На засувках, які перекривають доступ стисненому повітрю до пневматичного привода комутаційної апаратури, потрібно вивішувати плакат *«Не відкривати! Працюють люди»*.

Якщо комутаційний апарат на момент підготовки робочого місця був у вимкненому стані, то в цьому разі працівники, які готують робоче місце, або оперативні працівники, які дають дозвіл на підготовку робочого місця,

мають перевірити вимкнене положення апарата і наявність відповідних плакатів на ньому.

Заборонні плакати потрібно вивішувати одразу після зачинення приводів комутаційних апаратів з ручним керуванням, зняття запобіжників, від'єднання кінців живильних проводів (кабелів), що забезпечують неможливість помилкової подачі напруги на робоче місце.

Безпосередня перевірка комутаційного апарата, який на момент підготовки робочого місця був у вимкненому стані, виконується за розпорядженням оперативних працівників, які дають дозвіл на підготовку робочого місця працівникам, що готують робоче місце. Обов'язково, відповідно до диспетчерських написів, перевіряється відповідність комутаційного апарата, зазначеного у розпорядженні, а також виконання заходів щодо запобігання помилковому або самочинному вмиканню комутаційного апарата.

Вимога щодо обов'язкового установлення заземлень на ПЛ перед розриванням або з'єднанням електрично-сполучених складників не має поширюватися на ПЛ до 1000 В, які не мають електричного з'єднання з іншими ПЛ до 1000 В та сторонніх джерел живлення.

Для таких ПЛ необхідними й достатніми вимогами щодо створення безпечних умов виконання робіт є виконання в повному обсязі технічних заходів, передбачених ПБЕЕ та встановлення одного заземлення на робочому місці.

На приводах роз'єднувачів, якими вимкнена для виконання робіт ПЛ або КЛ, незалежно від кількості бригад, що працюють, потрібно вивісити один плакат *«Не вмикати! Робота на лінії»*. Цей плакат вивішують і знімають тільки за вказівкою працівника, який дає дозвіл на підготовку робочих місць та веде облік кількості бригад, що працюють на лінії.

На приводах роз'єднувачів, якими вимкнена для виконання робіт ПЛ або КЛ, працівник, який готує робоче місце, вивішує заборонний плакат *«Не вмикати! Робота на лінії»*.

Для тимчасового огороження струмовідних частин, що залишилися під напругою, слід застосовувати щити, ширми, екрани тощо, які виготовлені з ізоляційних матеріалів.

Відстань від тимчасових огорожень до цих струмовідних частин не може бути меншою за зазначену в табл. 5.2.

На тимчасових огороженнях мають бути написи *«Стій! Напруга»* або укріплені відповідні плакати безпеки.

Огороження струмовідних частин, що залишилися під напругою, до яких у процесі роботи можливо доторкнутися або наблизитися на неприпустиму відстань, потрібно виконувати після вивішування заборонних плакатів із застосуванням електрозахисних засобів.

Конструкція щитів має бути міцною та такою, що унеможливило б жоблення та перекидання їх, масою, що дозволяє переносити щит одним працівником. Висота щита має бути не менше 1,7 м, а відстань від ниж-

нього ребра до підлоги – не більше 10 см. Якщо на щиті відсутній постійний напис «Стій! Напруга», потрібно укріпити застережний плакат «*Стій! Напруга*».

Для запобігання помилковому дотику або наближенню на недопустиму відстань до струмовідних частин, які неможливо відгородити, допускається застосування ізолювальних накладок, виконаних з жорсткої гуми, твердого електроізолювального матеріалу (склопластик, гетинакс та ін.). Конструкція та розміри цих накладок мають бути такими, що за розміщення між вимкненими струмовідними частинами та тими, які перебувають під напругою, останні мають повністю ними перекриватися.

Дозволяється застосовувати тільки ті ізолювальні накладки, які пройшли електричне експлуатаційне випробування. Перед застосуванням ізолювальні накладки потрібно очистити від забруднення, лакового покриття та інших пошкоджень поверхні. Ізолювальні накладки потрібно оберегти від вологості та забруднення.

Для підготовки робочого місця в електроустановках до 220 В, коли неможливо відгородити струмовідні частини щитами, допускається застосування ізолювальних накладок, які встановлюються між вимкненими струмовідними частинами електроустановки та частинами, що перебувають під напругою, і призначені для:

- запобігання помилковому ввімкненню рубильників в електроустановках до 1000 В включно;
- запобігання випадковому доторканню до струмовідних частин в електроустановках до 20 кВ включно.

В електроустановках до 1000 В застосовуються гнучкі ізолювальні накладки, виготовлені з діелектричної гуми завтовшки не менше 5 мм. В електроустановках понад 1000 В (до 20 кВ включно) застосовуються жорсткі ізолювальні накладки, виготовлені з міцного електроізоляційного матеріалу (склопластик, гетинакс тощо) за конструкцією й розмірами, щоб струмовідні частини електроустановки повністю ними перекривалися.

Ізолювальні накладки з твердого електроізоляційного матеріалу, а також накладки з діелектричної гуми мають проходити періодичні, не рідше 1 разу на 24 місяці, електричні експлуатаційні випробування, зазначені Правилами експлуатації електрозахисних засобів.

У ВРУ під час проведення робіт і з землі і на обладнанні, встановленому на фундаментах та окремих конструкціях, робоче місце потрібно обгороджувати (із залишенням проходу) канатом, мотузкою або шнуром з рослинних чи синтетичних волокон і вивішувати на них плакати «Стій! Напруга». Плакати потрібно повернути всередину обгородженого простору.

Дозволяється користуватися для підвішування каната конструкціями, які не віднесено до зони робочого місця, за умови, що вони залишаються зовні обгородженого простору.

У разі коли напруга знімається з усього обладнання та шин ВРУ, за винятком лінійних роз'єднувачів, останні необхідно відгородити канатом з

плакатами «*Стій! Напруга*». Плакати потрібно повернути назовні обгородженого простору.

Огородження робочого місця – кінцевий технічний захід із підготовки робочого місця, який виконується працівником (працівниками), що підготує робоче місце за допомогою цього заходу: установлюється чітка границя робочого місця, в межах якого мають знаходитися працівники і під час виконання роботи.

Для підвішування каната бажано застосовувати переносні конструкції (металеві, дерев'яні) висотою 1,4–1,6 м із надійним закріпленням в землі.

Огородження робочого місця й вивішування плакатів, якщо це не пов'язано з обов'язковими заходами щодо запобігання випадковому дотику або наближення на небезпечну відстань до струмовідних частин, що залишаються під напругою, є кінцевим технічним заходом із підготовки робочого місця.

Огородження потрібно виконувати таким чином, щоб прохід забезпечував безпечний доступ до устаткування працівників, транспортних засобів і можливості швидкого залишення робочого місця під час аварійної ситуації.

Для огороження бажано застосовувати шнури, канати, мотузки з червоною смужкою для більш свідомого сприйняття межі робочого місця та залишеного проходу.

Огородження виконується працівником (працівниками), що підготує робоче місце.

В електроустановках, крім ПЛ і КЛ, на підготовлених робочих місцях потрібно вивішувати плакат «*Працювати тут*».

Плакат «*Працювати тут*» вивішується безпосередньо на устаткуванні, обладнанні, підготовленому до роботи, або дверях сітчастих металевих огорожень, бар'єрів тощо таким чином, щоб працівники могли його добре бачити під час допуску до роботи і у процесі її виконання.

На стаціонарних драбинах та конструкціях, по яких дозволяється підніматись для виконання робіт, потрібно вивішувати плакат «*Вилазити тут*».

Стаціонарні драбини, по яких дозволяється підніматися на устаткування для виконання робіт, потрібно обладнати пристроєм з механічним замком для унеможливлення несанкціонованого підйому на устаткування.

5.2.4 Перевірка відсутності напруги

Перевірка відсутності (наявності) напруги на струмовідних частинах електроустановки необхідна для того, щоб переконатися (у разі відсутності напруги) у тому, що операції з вимкнення електроустановки виконані правильно, напруга відсутня і струмовідні частини дозволяється заземлювати.

Для перевірки відсутності напруги в електроустановках понад 1000 В застосовуються покажчики напруги, які працюють:

- на принципі протікання ємнісного струму (контактні покажчики);
- на принципі фіксації наявності електричного поля (безконтактні покажчики).

Для перевірки відсутності напруги в електроустановках до 1000 В застосовуються покажчики напруги двох типів, а саме:

- однополюсні, що працюють у разі протікання ємнісного струму;
- двополюсні, що працюють у разі протікання активного струму.

Конструкція покажчиків напруги має унеможливити втручання щодо його постійної готовності до роботи, а також їх роботу без заземлення робочої частини під час перевірки відсутності напруги на ПЛ-6,10, 20, 35 кВ з опорами всіх типів, незалежно від способу піднімання працівників до струмовідних частин.

Перевіряти відсутність напруги необхідно покажчиком напруги, справність якого перед застосуванням необхідно перевірити або за допомогою призначених для цієї мети спеціальних приладів, або наближенням до струмовідних частин, розташованих поблизу, які явно перебувають під напругою. Придатність покажчиків із самоконтролем перевіряється наявністю звукового чи світлового сигналу.

В електроустановках понад 1000 В потрібно користуватися покажчиком напруги, застосовуючи діелектричні рукавички.

На одноколових ПЛ 330 кВ і вище достатньою ознакою відсутності напруги є відсутність коронування.

Наявність різноманітних за конструктивним виконанням покажчиків, що знаходяться в експлуатації, потребує ретельного знання особливостей у випадку їх застосування у діючих електроустановках.

Узагальнюючи конструктивне виконання покажчиків напруги, їх можливо розподілити на три групи:

- покажчики напруги тільки з візуальною індикацією «напруга наявна» або «напруга відсутня» (покажчики напруги понад 1000 В і до 1000 В);
- покажчики напруги з візуальною індикацією і звуковою сигналізацією «напруга наявна», а режим «напруга відсутня» – з відсутністю індикації та сигналізації (покажчики напруги понад 1000 В і до 1000 В);
- покажчики напруги з візуальною індикацією і звуковою сигналізацією та пристроєм для перевірки справності покажчика (покажчики напруги понад 1000 В).

Справність покажчика напруги бажано перевіряти на струмовідних частинах електроустановки, які свідомо знаходяться під напругою.

У разі пофазного ремонту ПЛ-330 кВ і вище суб'єктивний метод оцінки відсутності напруги за ознакою коронування не є достатнім і потребує обов'язкових додаткових заходів, що підтверджують зняття напруги з фази, на якій має виконуватися робота.

Твердження про можливість перевірки відсутності напруги суб'єктивними методами (за допомогою зору, слуху) є некоректним, бо вивіряння

схеми в натурі є елементом технічного заходу, з відключення комутаційних апаратів та створення видимих розривів і передусім передує обов'язковому технічному заходу – перевірці відсутності напруги.

Правила експлуатації електрозахисних засобів (ДНАОП 1.1.10-1.07-01) забороняють застосування показчиків напруги під час туману, дощу, снігопаду тощо.

На ПЛ у разі підвішування проводів на різних рівнях необхідно перевіряти відсутність напруги показчиком та встановлювати заземлення пофазно, знизу вгору, починаючи з нижнього проводу. У разі горизонтального підвішування проводів перевірку потрібно починати з найближчого проводу.

Перевірка відсутності напруги на ПЛ є більш небезпечною операцією, ніж перевірка у ВРУ, КРУ, ЗРУ електроустановки, оскільки виконується на висоті і потребує додаткових заходів щодо запобігання падінню та обмеженій можливості розміщення працівника на нормативну відстань до незаземлених проводів та можливості наближення на відстань дотику показчиком напруги до проводу.

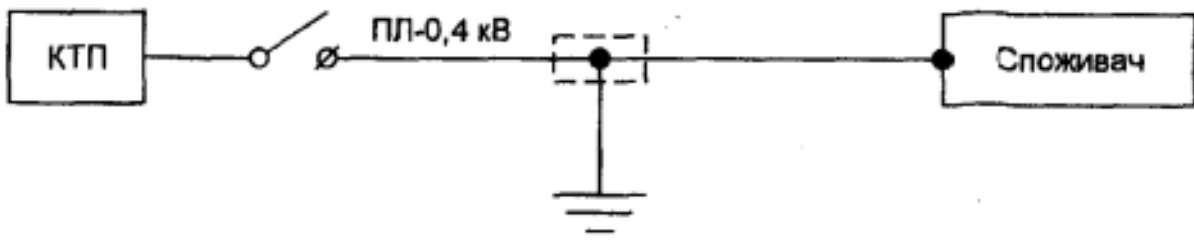
На ПЛ до 1000 В із заземленою нейтраллю для визначення відсутності напруги потрібно застосовувати двополюсні показчики напруги, що працюють за умови протікання активного струму.

5.2.5 Встановлення заземлень

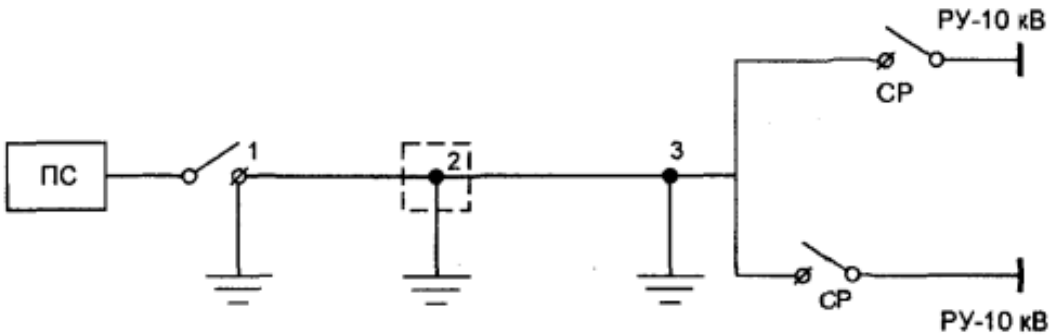
Після перевірки відсутності напруги з вимкненої електроустановки з дотриманням заходів безпеки *знімається ємнісний заряд*, для чого один кінець переносного заземлення ще до перевірки відсутності напруги приєднують до заземлювальної шини або до заземленого корпусу обладнання, а другий почергово щільно притискають до всіх виводів (фаз) вимкненої електроустановки за допомогою ізолювальної штанги в діелектричних рукавичках і захисних окулярах, стоячи на ізолювальній основі (діелектричному килимі або в діелектричному взутті). Цю операцію виконують декілька разів до повного зняття ємнісного заряду. Ознакою зняття ємнісного заряду є відсутність іскріння та потріскування.

Ємнісний заряд не знімається в електроустановках, обладнаних стаціонарними заземлювальними ножами, коли під час виконання технічних заходів передбачається їх вмикання.

Приклади встановлення заземлень у схемах електроустановок наведено на рис. 5.4.

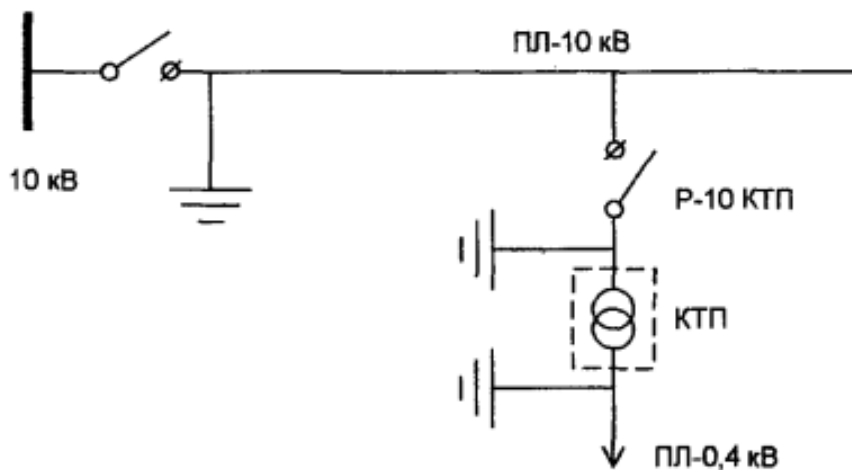


а) Приклад встановлення заземлення на ПЛ-0,4 кВ
 [---] - умовне позначення робочого місця.



б) Приклад встановлення заземлення ПЛ-10, яка має живлення з кількох РУ-10 кВ та секційні роз'єднувачі (СР)

Примітка. Заземлення в точках 1, 3 необхідно встановлювати на опорах, що мають заземлювальні пристрої. Заземлення в точці 2 можна встановити із застосуванням штиря



в) Приклад встановлення заземлення при виконанні робіт в РУ-10 кВ КТП

Рисунок 5.4 – Приклади встановлення заземлення у схемах електроустановок

Після зняття ємнісного заряду вимкнені для проведення робіт *струмовідні частини потрібно заземлити* з усіх боків, звідки може бути подано напругу (зокрема і внаслідок зворотної трансформації). Накладання заземлень на струмовідні частини і закріплення на них проводиться цією самою

штангою.

Знімати переносне заземлення необхідно у зворотній послідовності: спочатку зняти його зі струмовідних частин, а потім від'єднати від заземлювального пристрою.

Встановлення й зняття переносних заземлень виконується в діелектричних рукавичках із застосуванням в електроустановках напругою понад 1000 В ізолювальної штанги. Закріплювати затискачі переносних заземлень потрібно цією самою штангою або безпосередньо руками в діелектричних рукавичках.

Перелік обладнання, устаткування тощо, які знаходяться або можуть опинитися під час роботи під наведеною напругою, із зазначенням рівня потенціалу, має бути у працівників, які видають дозвіл на підготовку робочого місця та допуску до роботи, а також працівників, які обслуговують ці електроустановки й мають право видавати наряди, віддавати розпорядження.

Установлення заземлення не потрібне під час роботи на електроустаткуванні ЗРУ, ВРУ, якщо від нього з усіх боків від'єднані шини, проводи та кабелі, якими може бути подана напруга; якщо на нього не може бути подана напруга зворотною трансформацією або від стороннього (незалежного) джерела живлення і за умови, що на цьому устаткуванні не наводиться напруга. Кінці від'єднаних кабелів у цьому разі мають бути замкнені коротко і заземлені.

Переносні заземлення потрібно приєднувати до струмовідних частин, поверхні яких очищені.

В електроустановках понад 1000 В: установлення переносних заземлень на повітряні вводи ліній комірок КРУН підстанцій, які не обладнані заземлювальними ножами уздовж лінії, потрібно виконувати із землі, якщо дозволяє довжина штанги переносного заземлення або спеціальної пересувної підставки з площадкою, яка дозволяє стійке розміщення працівника під час виконання цієї роботи.

Як правило, відстань між крайніми фазами лінійних уводів ближчих комірок, що знаходяться під напругою, менше зазначених у табл. 5.2, тому встановлення переносних заземлень на крайніх фазах потребує додаткових заходів безпеки:

- вимкнення на термін установлення ПЗ ближніх (сусідніх) лінійних уводів;

- застосування переносних заземлень, в яких штанги обладнані з'єднанням із затискачами.

Перелік підстанцій з такими приєднаннями має бути у працівників, які дають дозвіл на підготовку робочого місця.

Запитання для самоконтролю

1. Які форми навчання проходять електротехнологічні працівники?
2. Назвіть термін тривалості стажування.
3. Назвіть кількість кваліфікаційних груп з електробезпеки
4. Яку групу з електробезпеки необхідно мати керівнику робіт у разі робіт в електроустановках до 1 кВ?
5. Перелічіть організаційні заходи, якими досягається безпека робіт в електроустановках.
6. Перелічіть технічні заходи, якими досягається безпека робіт в електроустановках.
7. Наведіть приклад встановлення заземлення ПЛ-10, яка має живлення з кількох РУ-10 кВ та секційні роз'єднувачі.
8. Наведіть приклад встановлення заземлення у разі виконання робіт в РУ-10 кВ.
9. Які роботи в електроустановках оформлюються за нарядом-допуском, а які за розпорядженням?
10. Наведіть приклад встановлення заземлення у разі виконання робіт на ПЛ-10 кВ .
11. Які написи мають бути на плакатах, установлених до тимчасових огорожень місця проведення робіт в електроустановках?
12. Яким чином перевіряється відсутність напруги в електроустановках напругою більше 1 кВ?

6 МІНІМІЗАЦІЯ РИЗИКУ ПРОФЕСІЙНОГО ЕЛЕКТРОТРАВМАТИЗМУ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

З теоретичного матеріалу, щодо аналізу електротравматизму та сучасного стану електрообладнання електроустановок ПЕК України впливає, що вимога абсолютної безпеки для енергетичної галузі навряд чи виправдана, оскільки, з одного боку, будь-який вид людської діяльності носить імовірнісний характер і в силу цього пов'язаний з деяким початковим ризиком. Основною об'єднаної енергосистеми України становлять лінії електропередачі надвисокої напруги (НВН) 330, 500, 750 кВ, вони забезпечують оптимальне навантаження електричних станцій, зменшення витрат енергії порівняно з мережами низької та високої напруги. Проте лінії електропередачі НВН створили низку додаткових проблем, серед яких найважливішою є забезпечення електробезпеки під час їх обслуговування і ремонту.

Наведемо приклад мінімізації ризику електротравматизму за обґрунтування заходів електробезпеки на електричних станціях, підстанціях та мережах надвисоких класів напруги

6.1 Приклад теоретичного обґрунтування вибору заходів електробезпеки на електричних станціях, підстанціях та мережах надвисоких класів напруги

З урахуванням теоретичного матеріалу, викладеного в попередніх розділах, існуючих підходів та стандартів відповідних систем управління, розглянемо принцип побудови сучасної системи електробезпеки на електричних станціях, підстанціях та мережах надвисоких класів напруги. Для розгляду вибрано електроустановки надвисоких класів напруги 330–750 кВ (тобто НВН) тому, що на електричних станціях, підстанціях, підприємствах електричних мереж в експлуатації знаходиться велика кількість силового та комутаційного обладнання, яке відпрацювало чимало років і потребує реконструкції та збільшення кількості проведення ремонтних робіт в електроустановках НВН і, відповідно, призводить до підвищення ризику електротравматизму.

Нині існують два основних практичних підходи щодо побудови систем управління. Перший полягає у створенні інтегральної системи на базі системи управління якістю з подальшим впровадженням систем в таких сферах, як екологія, охорона праці, соціальна відповідальність, інформаційна безпека, енергетичний менеджмент. Другий підхід базується на функціонуванні єдиної системи управління, яка охоплює різні сфери. Реалізація згаданих підходів супроводжувалась розробленням і прийняттям відповідних нормативних документів на національному, галузевому та міжнародному рівнях.

Основними подіями-передумовами електротравми та професійно обумовленого захворювання в процесі обслуговування та ремонту електроустановок 330, 500, 750 кВ є: знаходження персоналу в зоні дії електричної

енергії; реальна наявність небезпечного значення електричної енергії; відсутність чи неефективність засобів захисту та помилкові і несанкціоновані дії персоналу в цій ситуації.

Урахування причин-передумов появи електричної енергії, що діє на електротехнічного працівника, виділених функцій системи електробезпеки та системного підходу, відповідно, дозволяє запропонувати структурну модель системи управління електробезпекою для мінімізації ризику електротравматизму, наведену на рис. 6.1.

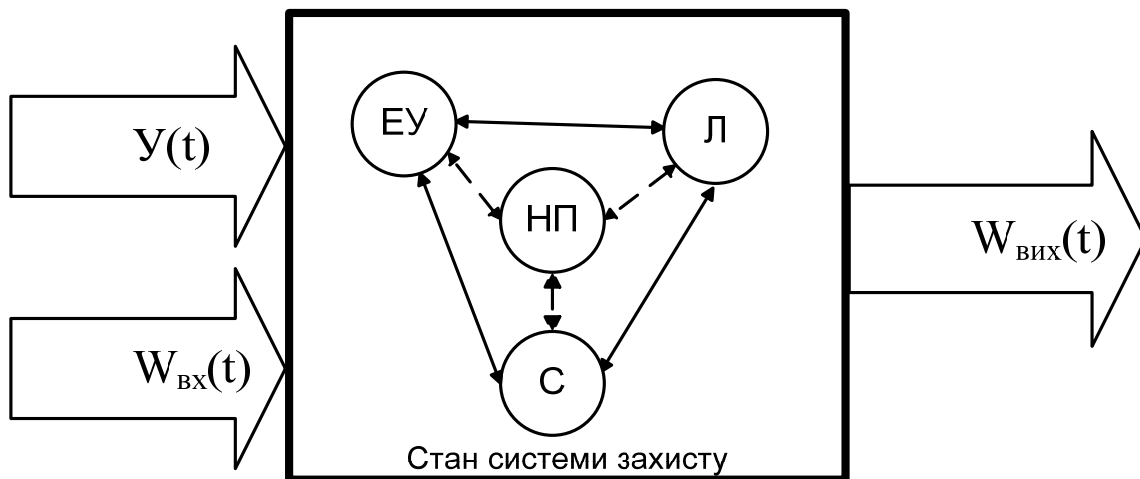


Рисунок 6.1– Структурна модель системи електробезпеки

В моделі використовуються такі векторні значення: $W_{вх}(t)$ – вхідна дія електричної енергії на систему захисту залежно від часу t ; $W_{вих}(t)$ – вихідна дія електричної енергії із системи захисту на людину залежно від часу t ; $U(t)$ – комплекс заходів та засобів щодо забезпечення безпеки людини від дії електричної енергії, впровадження яких дозволяє керувати системою захисту.

Наведена на рис. 6.1 модель є сукупністю взаємопов'язаних елементів: нормативно-правового забезпечення (НП), людини (Л), електроустановки (ЕУ) та зовнішнього середовища (С), необхідних для управління системою захисту від дії електричної енергії для мінімізації ризику електротравматизму в електроустановках НВН.

Оскільки повне усунення шкоди від техногенно-виробничих і природно-екологічних небезпек, пов'язаних з електроустановками НВН на електричних станціях, підстанціях та електричних мережах НВН неможливе, то для мінімізації ризику електротравматизму персоналу, що обслуговує електроустановки НВН, розглянуто два можливих шляхи.

1-й шлях. За заданих матеріальних витрат Z_{lim} вибирається і реалізується така кількість заходів та засобів безпеки $\{z_i\}$ з m можливих множини $\{Z_m\}$, щоб максимально знизити ризик електротравматизму R :

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta R = f(\dots, \{z_i\}, \dots) \rightarrow \max_m \\ z_i \leq Z_{\text{lim}} \\ \{z_i\} \in \{Z_m\} \end{array} \right. , \quad (6.1)$$

де ΔR – зниження ризику електротравматизму у разі впровадження множини z_i заходів та засобів електробезпеки на об'єкті;

Z_i – вартість впровадження i -го комплексу заходів щодо забезпечення електробезпеки;

2-й шлях. Мінімізувати сумарні соціально-економічні витрати, тобто вибрати такий набір заходів та засобів електробезпеки з множини m можливих, впровадження яких знизить ризик електротравматизму R в електроустановках НВН до допустимого рівня безпеки – $R_{\text{дон}}$:

$$\left\{ \begin{array}{l} R = f(\dots, \{z_i\}, \dots) \leq R_{\text{дон}} \\ z_i \rightarrow \min_m \\ \{z_i\} \in \{Z_m\} \end{array} \right. . \quad (6.2)$$

Перший шлях у соціальному плані найкращий, оскільки тут декларується прагнення гарантовано забезпечити безпеку на максимально можливому рівні, а не на рівні, який диктується «економічними міркуваннями», однак у зв'язку з тим, що для створення таких систем безпеки потрібні відносно великі фінансові ресурси, то пропонується другий шлях мінімізації ризику електротравматизму та вибору засобів і заходів щодо його досягнення. Цей шлях має принципово важливе значення в умовах України.

Під терміном «ризик» у нашому випадку будемо розуміти ймовірність появи небезпечної події Q_i (виникнення електробезпечної ситуації) в процесі взаємодії людини з електроустановкою в певному середовищі й оцінювання можливого збитку Y_i (важкість наслідків електротравми) у результаті цієї події.

Математично ризик R можна виразити формулою 6.3:

$$R = Q \cdot Y , \quad (6.3)$$

або

$$R = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot Y_i , \quad (6.4)$$

якщо може мати місце n небезпечних подій з різними ймовірностями Q_i й відповідним їм збитком Y_i протягом певного часу.

З аналізу сучасного стану проблем електробезпеки в електроустановках, проведеного в першому розділі посібника, випливає, що для досягнен-

ня основної мети – мінімізації ризику електротравматизму в сучасних умовах, основними функціями системи електробезпеки (СЕБ) мають бути:

1. Захист електротехнічного персоналу від небезпечного й шкідливого впливу електричної енергії.
2. Виконання комплексу заходів щодо створення безпечних умов роботи.
3. Експлуатаційний контроль параметрів електробезпеки й діагностика стану технічних захисних засобів.
4. Інформаційне забезпечення завдань на етапах проектування й експлуатації засобів захисту (проведення наукових досліджень щодо удосконалення нормативно-правового забезпечення з електробезпеки).

Для розв'язання завдання мінімізації ризику електротравматизму за другим шляхом на основі ризик-орієнтовного підходу розроблено математичну модель ймовірності появи електротравми та професійно обумовленого захворювання у разі взаємодії працівника з електроустановками НВН:

$$Q_i = Q_i(HЗ) \cdot Q_i(\Phi) \cdot Q(ГДЗ) \cdot Q_i(ІВ) \cdot Q_i(ВЗ), \quad (6.5)$$

де $Q_i(HЗ)$ – ймовірність знаходження людини в i -й небезпечній зоні, де є небезпечна для людини електрична енергія;

$Q_i(\Phi)$ – ймовірність появи небезпечного фактора – електричної енергії (напруги, струму та часу його дії), яка перевищувала б гранично допустимі значення для людини в i -му просторі (небезпечній зоні);

$Q(ГДЗ)$ – ймовірність електротравматизму за вибраних гранично допустимих значень електричної енергії (параметрів, що її характеризують);

$Q_i(ІВ)$ – ймовірність того, що вибрані гранично допустимі значення електричної енергії враховують індивідуальні властивості i -ої людини;

$Q_i(ВЗ)$ – ймовірність відмови i -го елемента системи захисту від ураження електрикою.

Подана модель дозволила виділити технічні та соціальні аспекти, які впливають на ймовірність ураження працівника електричною енергією за певних матеріальних витрат на засоби захисту.

Захисні дії в електроустановках залежно від того, на який зі співмножників виразу, що визначає ймовірність появи електротравми Q_i , вони впливають (зменшують), поділяються на такі:

1. Організаційно-технічні заходи, що визначають $Q_i(\Phi)$:

контроль за станом ізоляції, параметрами безпечних режимів роботи мережі, електроустановок, захисних засобів, зовнішнього середовища, кваліфікацією персоналу, організацією безпечної експлуатації електроустановок і т. п.

Технічні заходи захисту, що визначають $Q_i(\Phi)$:

- екранування;
- захисне заземлення (занулення);
- автоматичне відключення живлення (захисне відключення);
- вирівнювання потенціалів;
- застосування наднизької (малої) напруги;
- захисне розділення електричної мережі;
- захист від переходу напруги з вищої сторони на нижчу;
- електрозахисті засоби;
- грозозахист.

2. Організаційно-технічні заходи, що визначають Q (ГДЗ) та $Q_i(ІВ)$:
установлюють в законодавчому порядку гранично допустимі значення для енергії, що поглинається тілом середньостатистичної людини, та залежності між нею та її параметрами, які її характеризують, що необхідно для оптимізації засобів та заходів електробезпеки, порядок проведення профвідбору та технології робіт. Засоби захисту мають враховувати індивідуальні властивості людини для підвищення рівня безпеки. Значення гранично допустимої енергії для людини, напруги дотику та струму з урахуванням енергії, що поглинається тілом людини.

3. Організаційні заходи, що визначають $Q_i(НЗ)$:

- навчання, інструктажі з електробезпеки;
- оформлення робіт за нарядами, розпорядженням або затвердженням переліку робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації;
- підготовка робочих місць і допуск до роботи;
- нагляд під час виконання робіт;
- оформлення перерв у роботі та її закінчення.

4. Технічні заходи захисту, що визначають $Q_i(НЗ)$:

- висота розміщення струмоведучих частин;
- огороження струмоведучих частин електроустаткування;
- застосування пристроїв блокування;
- використання зорової, звукової та іншої інформації про небезпеку.

Для апаратів захисту, що знаходяться в експлуатації більше 1,5–2 років, для розрахунку $Q_i(НЗ)$ може бути використано вираз:

$$Q_i(ВЗ) = \lambda_p \cdot t ,$$

де λ_p – робоча (апаратна) інтенсивність відмов захисту (визначається відповідно до теорії надійності технічних систем), 1/год;

t – поточний час роботи, год.

6.2 Оптимізація управління електробезпекою при виконанні робіт в електроустановках

Оцінювання можливих варіантів вирішення з наступним вибором найкращого є найважливішою операцією, яка обов'язково входить до будь-яких цілеспрямованих процесів і носить назву вибору або прийняття рішень. Вибір є дією, що надає всій діяльності цілеспрямований характер. Саме вибір реалізує підпорядкованість всієї діяльності певної мети або сукупності цілей. Для досить добре вивчених (добре структурованих) завдань можлива повна формалізація, тобто алгоритмізація знаходження найкращого рішення. Цільова функція є аналітичним виразом. Для вирішення слабо структурованих задач, особливо за наявності розпливчастості, повністю формальних алгоритмів не існує (якщо не брати до уваги методу проб і помилок).

Сучасна тенденція практики вибору в природних ситуаціях – поєднання здатності людини вирішувати неформалізовані завдання з можливостями формальних методів і комп'ютерного моделювання (діалогові системи підтримки рішень, експертні системи, інформаційно-пошукові системи, системи управління базами даних, тощо). Введемо поняття, загальні для всіх завдань вибору.

Ухвалення рішення – дія над безліччю альтернатив, внаслідок чого виходить підмножина обраних альтернатив.

Критерій переваги – спосіб порівняння альтернатив і відбір кращих.

Критерій ефективності – узагальнений показник і правило вибору кращої системи (кращого рішення).

Покажемо можливість оптимального вибору під час прийняття рішення щодо задачі мінімізації сумарних соціально-економічних витрат для досягнення допустимого рівня електробезпеки.

В процесі розв'язання поставленої задачі як критерій оптимізації та обмежень будемо використовувати математичне сподівання величин витрат $M_t[Z]$ та зниження вірогідності небезпечної події $M_t[Q]$ і математичне сподівання розмірів збитків $M_t[Y]$ від електротравматизму.

Вибрані показники всебічно характеризують якість системи електробезпеки на енергетичних об'єктах, оскільки їх кількісні показники становлять помітну частину у загальних експлуатаційних витратах в процесі забезпечення електробезпеки. Ось чому як критерій оптимізації можна визначити суму функцій $M_t[Q]$ та $M_t[Y]$. Відносно обмежень припустимо, що подія відбувається рідко і значення імовірності небезпечної події Q лежать в межах від 0,001–0,01 (за табл. 6.1 подія буде відбуватися рідко).

Таблиця 6.1 – Числовий приклад імовірності небажаного наслідку, який використовується в практиці

Імовірність події	Імовірнісний опис	Можливість наслідку
0,7–1	Висока можливість події	висока
0,3–0,7	Подія буде відбуватися рівномірно	середня
0,01–0,3	Подія буде відбуватися нерівномірно	низька
0,001–0,01	Подія буде траплятися рідко	дуже низька
10^{-6} –0,001	Подія буде відбуватися дуже рідко	надто низька
$0-10^{-6}$	Подія практично не відбудеться	практично неможлива

Перша складова $M_t[Q]$ цільової функції $M_t[Q]+M_t[Y]$ являє собою витрати Z , необхідні для створення та експлуатації технічних засобів захисту з належним рівнем надійності від електротравматизму. Вона суттєво впливає на величину вірогідності небезпечної ситуації $Q(t)$ на певний момент часу t , та, підпорядковується економічному закону зменшення віддачі. Цей закон для техногенної вірогідності виникнення небезпеки відображено на рисунку 6.2, де на кривій 1 показано ефективність витрат на заходи захисту залежно від величини вірогідності небезпечної ситуації. Точки на кривій 1 відповідають припустимим рівням імовірності небезпечної події. З наведеного на рис. 6.2 графіка 1 видно, що ефективність впровадження захисних заходів $\frac{\Delta Q(t)}{\Delta Z}$ на зниження $Q(t)$ зменшується у разі збільшення затрат на досягнення певного рівня безпеки.

Друга складова $M_t[Y]$ цільової функції для цієї задачі, визначається за формулою:

$$M_t[Y] = Y_i \cdot Q(t), \quad (6.6)$$

де Y_i – середній розмір збитку від одного типу електротравми, можливої на енергетичному об'єкті.

Збитки здоров'ю та життю персоналу, що обслуговує електроустановки, проявляються у вигляді професійних захворювань та (або) виробничого травматизму і пов'язані з величиною електричної енергії, що діє на людину, та індивідуальними властивостями її організму.

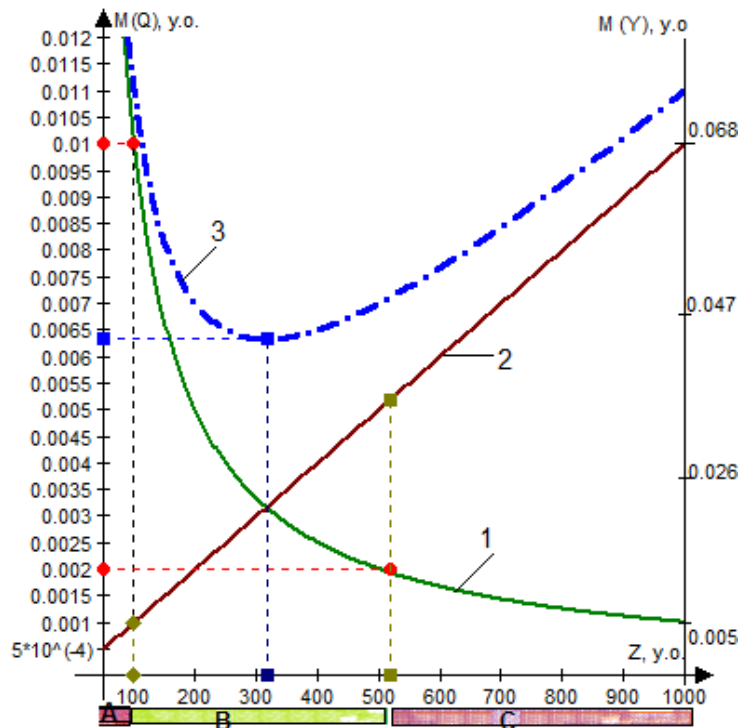


Рисунок 6.2– Графічне подання задачі оптимального управління електробезпекою

Оцінювання збитку від небажаної події (електротравми) можна проводити за втратою працездатності:

$$Y_i = (1 - ROS_i) \times D_i, \quad (6.7)$$

де ROS_i – коефіцієнт втрати працездатності за шкалою Россера (табл. 6.2);

D_i – кількість втрачених днів у році.

Обмеження щодо функції $M_t[Y]$, для нашого випадку, яка характеризує соціальний ефект від витрат Z на заходи та засоби захисту задля досягнення імовірності небезпечної події $Q(t)$ для певного часу, знаходяться в межах від 0,005–0,068 (в умовних одиницях). Ці значення визначені відповідно до виразу 6.5 та табл. 6.2, якщо враховувати, що за впровадження технічних засобів захисту для яких значення імовірності небезпечної події $Q(t)$ лежать в межах від 0,001–0,01 (за табл. 6.1) можливі легкі порушення здоров'я (табл. 6.2). З урахуванням прийнятих обмежень, на рисунку графічно подано функцію $M_t[Y]$ – крива 2, яка ілюструє залежність стану здоров'я від рівня витрат Z на засоби та заходи захисту від електротравматизму, для прийнятих обмежень. Крива 3 на рисунку є цільовою функцією ризику $R = M_t[Q] + M_t[Y]$, мінімальне значення якої відповідає допустимому ризику $R_{дон.}$ для певного рівня обмежень (розвитку соціально-економічної системи суспільства).

Електробезпека в електроустановках має досягатися шляхом зниження рівня ризику електротравматизму до допустимого. Залежно від ефективно-

сті витрат на засоби та заходи захисту від електротравматизму, на рисунку виділено три зони А, В та С: А – зона, в якій через недостатні витрати ризик недопустимо великий; В – зона, в якій витрати на зниження ризику забезпечують прийнятний рівень; С – зона надмірних витрат, які приводять до надмірно високого соціального ризику.

Таблиця 6.2 – Шкала Россера для визначення втрати працездатності

Ступінь втрати працездатності	Рівень			
	Незначний	Легкий	Середній	Важкий
Робота не переривається	1,000	0,995	0,990	0,967
Легкі порушення здоров'я	0,990	0,980	0,973	0,932
Легкі порушення працездатності	0,980	0,972	0,956	0,912
Обмежена працездатність	0,964	0,956	0,942	0,870 (3-я група інвалідності)
Нездатність працювати на роботі, що високо оплачується	0,946	0,935	0,900	0,760 (2-а група інвалідності)
Пересування в інвалідному візку	0,875	0,845	0,680 (1-а група інвалідності)	0,000 (смерть)

В Україні відповідно до Закону про охорону праці для підприємств, незалежно від форм власності, або фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, витрати на охорону праці становлять не менше 0,5 % від фонду оплати праці за попередній рік. Але законодавчо досі не закріплено нормативні значення величини імовірності появи електротравматизму, опираючись на які можна було б здійснювати ефективну політику в сфері управління системою захисту від дії електричної енергії із застосуванням різних механізмів регулювання і контролю. В той самий час стає необхідним закріплення на законодавчому рівні значень індивідуально взятого та допустимого ризику від електротравми та національних стандартів щодо оцінювання професійного ризику електротравматизму.

В сучасних соціально-економічних умовах України неможливо досягнути «нульового ризику» електротравматизму. Прагнення зниження його до нуля призводить до збільшення загального ризику в суспільстві. Тому для покращення умов праці персоналу під час роботи з електроустановками необхідно створити оптимальну систему управління електробезпекою на основі перспективного нормативно-правового, наукового та технологічного забезпечення шляхом введення показника прийнятого та допустимого ризику від ураження електричною енергією. Прийнятий ризик поєднує в собі технічні, економічні, соціальні та політичні аспекти і являє собою компроміс між рівнем безпеки та можливістю його досягнення. На прикладі розв'язання задачі показано, що для припустимого ризику, за якого віро-

гідність електротравматизму в певний період часу лежить в межах від 0,001–0,01 і можливі легкі порушення здоров'я значення допустимого ризику дорівнює 0,0064, а витрати на заходи та засоби захисту від електротравматизму, для прийнятих обмежень (від 100 до 500 у. о), оптимальні і становлять 316 умовних одиниць.

6.3 Класифікація методів оцінювання професійних ризиків електротравматизму для персоналу електричних станцій та систем

Для прийняття обґрунтованих рішень щодо удосконалення системи електробезпеки, важливо провести аналіз методів для оцінювання ризику небезпечних подій в електроустановках. Нині оцінювання професійного ризику особливо важливе значення має для електротехнічного персоналу, що обслуговує електричні станції та системи надвисоких класів напруги (НВН), тобто напругою 330, 500, 750 кВ. Це обумовлено тим, що діяльність персоналу в електроустановках НВН пов'язана з деяким початковим ризиком електротравмування та професійного захворювання від дії електромагнітного поля. За стратегію удосконалення системи електробезпеки електроустановок НВН доцільно взяти метод мінімізації ризику електротравм, відповідно до якого «Будь-який ризик має бути знижений настільки, наскільки це є практично розумно досяжним».

Основні підходи та методи оцінювання та аналізу ризику травматизму наведено в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Основні підходи та методи оцінювання та аналізу ризику травматизму

Напрямок досліджень	Методологічні підходи	Конкретні методи
Оцінювання ризику	Інженерний	Дерева відмов, дерева подій
	Модельний	Числові методи, доза – ефект
	Експертний	Експертні оцінки, матриця «вірогідність небезпеки – шкода»
	Соціологічний	Метод анкетування, статистичного аналізу, соціологічного опитування
Аналіз безпеки складних технічних систем	Мінімізація ризику на стадії проектування: – вибір та розробка нової системи	Числові методи математичного програмування, економічний аналіз (критерій оптимальності – мінімум витрат), багатокритеріальний аналіз «витрати – вигода»
	Мінімізація існуючого ризику: – оптимізація людиномашинної взаємодії	Ергономічні методи, метод експертних оцінювань
	Створення систем із внутрішньо властивою безпекою	Дерева відмов, дерева подій

Існують чотири різних підходи для оцінювання ризику :

Перший – *інженерний*. Він опирається на статистику поломок і аварій, на імовірнісний аналіз безпеки: побудова й розрахунок так званих дерев подій і дерев відмов – процес базується на орієнтованих графах. За допомогою перших передбачають, що може розвинути та або інша відмова техніки, а дерева подій, навпаки, допомагають простежити всі причини, які здатні викликати якісь небажані явища. Коли дерева побудовано, розраховується ймовірність реалізації кожного зі сценаріїв (кожної галузі), а потім – загальна ймовірність аварії на об'єкті.

Другий підхід, *модельний*, – побудова моделей впливу шкідливих факторів на людину й навколишнє середовище. У багатьох видах життєдіяльності ризик взагалі можна порівняти не з можливими збитками, а з показниками, що визначають певний вид діяльності, наприклад, з величиною електричного струму, напруги, кількістю отриманого радіаційного опромінення, з характеристиками механічних коливань, масою хімічно небезпечних речовин, що потрапили в організм. Для цього випадку актуальним є принцип: чим ризикуємо, те і є оцінкою ризику.

Перші два підходи основані на розрахунках, однак для таких розрахунків далеко не завжди вистачає надійних вихідних даних. У цьому випадку прийнятний третій підхід – *експертний*: імовірності різних подій, зв'язки між ними й наслідки аварій визначають не обчисленнями, а опитуванням досвідчених експертів. До робіт з експертного оцінювання залучають досвідчених спеціалістів з техніки безпеки, ергономіки, технічної естетики та виробничої санітарії, які випробовують технологічний процес або виріб, а також спеціалізовані науково-дослідні та проектні інститути.

Нарешті, у рамках четвертого підходу – *соціологічного* – досліджується відношення населення до різних видів ризику, наприклад за допомогою соціологічних опитувань.

Аналіз ризику травматизму в електроустановках являє собою відносно самостійну область досліджень, у рамках якої можна виділити підхід, який пропонує О. К. Нікольський:

- вимірювання ризику (сприйняття його людьми, способи його кількісного визначення);

- оптимізувати безпеку складних технічних систем, включно й визначення припустимого рівня ризику (установлення стандартів), аналіз ризику людино-машинної взаємодії, розробку організаційних заходів і технічних засобів, які б забезпечили допустиму взаємодію людини та техніки.

Нині немає певного закону, який би регулював порядок проведення оцінювання ризику в електроустановках НВН. Тому в процесі вирішення задач аналізу електробезпеки та мінімізації ризику електротравматизму пропонується комплексний підхід, який би враховував критерії, що використовуються для оцінювання ризику електротравматизму, можливість використання методів оцінювання ризику для вибраних критеріїв та ситуації щодо проведення технологічних робіт. Оцінювання ризику електротравматизму можна проводити як якісно, так і кількісно, коли якісне оцінювання доповнювати кількісним за допомогою балів.

Завдяки простоті використання (не потребують глибоких знань та детального аналізу) на практиці часто використовуються якісні методи оцінювання ризику.

Але кількісні методи оцінювання ризику мають ряд переваг:

- отримана кількісна оцінка ризику дає обґрунтування для об'єктивних висновків щодо ступеня загрози;
- можна порівняти кількісну оцінку ризику з діючими нормативами;
- дає можливість розробити систему управління електробезпекою, яка відповідає б необхідному ступеню захисту.

Авторами запропоновано класифікацію методів кількісного оцінювання ризику, які можуть бути використані для вирішення задач аналізу електробезпеки та мінімізації ризику електротравматизму. Цю класифікацію подано на рисунку 6.3.

Методи можуть застосовуватися окремо або доповнювати один одного, причому якісні методи можуть містити кількісні критерії ризику (переважно, за експертними оцінками з використанням, наприклад, матриці «ймовірність – вага наслідків» ранжирування небезпеки). Повний кількісний аналіз ризику може містити всі зазначені методи.

Під час моделювання фізичних процесів, які визначають ступінь електротравми, необхідно враховувати такі явища:

- вид та режим роботи електроустановки;
- розсіяння електричної енергії в зовнішньому середовищі та тілі людини, яка взаємодіє з електроустановками;
- утворення передумови та виникнення пожежі внаслідок дії електричної енергії;
- дія захисту в небезпечній ситуації.

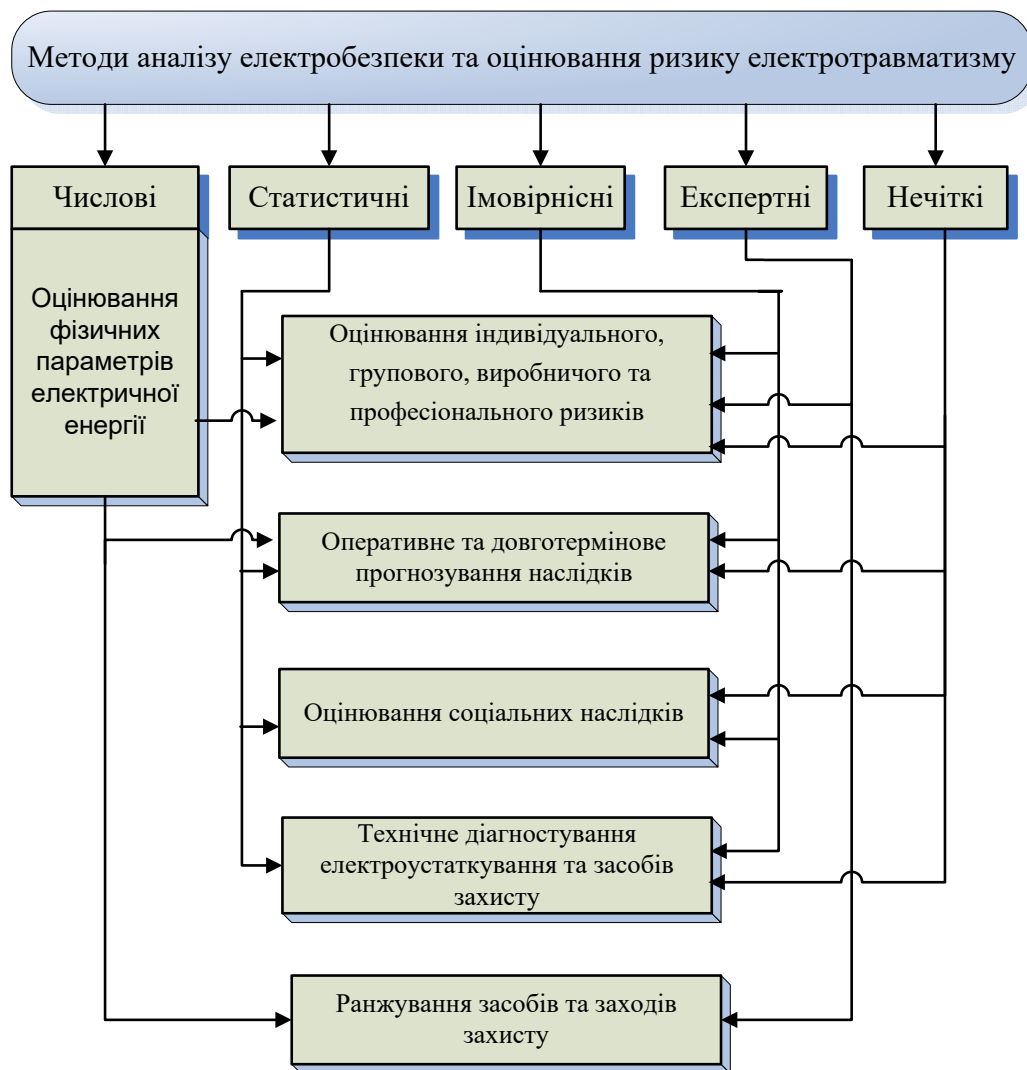


Рисунок 6.3 – Класифікація методів кількісного оцінювання ризику, які можуть бути використані для вирішення задач аналізу електробезпеки

Крім того, під час моделювання розвитку електротравматизму, необхідно оцінювати:

- значення електричної енергії, що передається у навколишній простір внаслідок виникнення аварійних ситуацій;
- максимальні розміри небезпечних зон;
- значення напруги дотику, струму, що проходить крізь тіло людини, та часу його дії у разі небезпечної ситуації з урахуванням допустимої електричної енергії;
- індивідуальні особливості людини, що взаємодіє з електроустановками;
- інтенсивність теплового опромінення;
- оптимальну структуру витрат для управління системою електробезпеки.

Запитання для самоконтролю

1. Які основні методологічні підходи використовуються для оцінювання ризику?
2. За якою формулою визначається ризик?
3. Наведіть приклад графічного подання задачі оптимального управління електробезпекою.
4. Поясніть суть методу дерева подій та відмов для оцінювання ризику.
5. Назвіть ступені втрати працездатності за шкалою Россера.
6. Наведіть числовий приклад імовірності небажаного наслідку та його імовірнісний опис.
7. Поясніть суть методу експертних оцінок для оцінювання ризику.
8. Надайте приклад теоретичного обґрунтування вибору заходів електробезпеки на електричних станціях, підстанціях та мережах надвисоких класів напруги.
9. Які основні шляхи мінімізації ризику професійного електротравматизму під час експлуатації та технічного обслуговування електроустановок?
10. Поясніть переваги кількісних методів оцінювання ризику електротравматизму.

7 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ВНУТРІНЬОГО КОНТРОЛЮ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ПІДСТАНЦІЙ НАПРУГОЮ 220-750 кВ

7.1 Аналіз існуючої системи технічного обслуговування і ремонту трансформаторних підстанцій

Існуюча система технічного обслуговування і ремонту (СТОП) трансформаторних підстанцій складається з моніторингу технічного стану (ТС) електрообладнання, аналізу отриманих результатів ТС, проведення ремонтів-відновлення ресурсу електрообладнання, оцінювання матеріальних і фінансових витрат [14].

Найбільш поширеною формою проведення технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) є комплексний метод виконання робіт [15]. Цей метод базується на принципі сумісного виконання робіт за місцем і часом, що дозволяє зменшити витрати часу на підготовчі й заключні операції, переходи, переїзди, ефективніше використовувати засоби механізації, підвищити рівень керівництва роботами, їх виконання.

Для керування технічним станом роботи групуються в комплекси, які відрізняються за періодичністю і номенклатурою. У загальному випадку елемент ТП відмовить і буде відновлений до моменту T_p попереджувального відновлення з ймовірністю

$$Q(T_p) = \int_{T_{\min}}^{T_p} f(T) dt. \quad (7.1)$$

де $f(T)$ – щільність розподілу напрацювання на відмову;

T_{\min} – мінімальний час напрацювання на відмову.

Середнє напрацювання на відмову за умови, що воно виникло, до T визначають як

$$T' = \int_{T_{\min}}^{T_p} T \cdot f(T) dT / Q(T_p). \quad (7.2)$$

Середній використаний ресурс елемента ТП \bar{R} з урахуванням відновлення через відмови і попереджувальної заміни через напрацювання T_p

$$\bar{R} = \int_{T_{\min}}^{T_p} T \cdot f(T) dT + T_p (1 - Q(T_p)). \quad (7.3)$$

Якщо відсутні попередні втрати, пов'язані з попереджувальним відновленням елемента, питомі витрати

$$C_{II} = \frac{(C_0 - C_p)Q(T_p) + C_p}{\bar{R}}. \quad (7.4)$$

де C_0 – рівень втрат від відмови елемента;

C_p – втрати, пов'язані з попереджувальним відновленням елемента.

Із виразів (7.2 – 7.4) видно, що зменшуючи T_p можна знизити імовірність відмови елемента, а збільшуючи T_p – збільшити середній використаний ресурс, тобто за застосування комплексного методу виконання робіт маємо два види втрат – відмова одних елементів і недовикористання ресурсів інших. Зменшити один вид витрат без одночасного збільшення іншого неможливо, з іншого боку присутня недосконалість планування. Недосконалість планування в сучасних умовах експлуатації і організації ремонтних робіт, зменшення витрат на проведення технічного обслуговування, використання запасних частин низької якості суттєво знизило ефективність планово-запобіжного ремонту електрообладнання ТП.

В зв'язку з цим на підприємствах електроенергетичної системи (ЕЕС) актуальним стає питання підвищення ефективності системи менеджменту та удосконалення внутрішнього контролю експлуатації електрообладнання.

7.2 Стратегія ризик менеджменту для подальшого вдосконалення експлуатації електрообладнання шляхом підвищення якості та ефективності системи технічного обслуговування і ремонту

Ефективна система менеджменту експлуатації електрообладнання має забезпечувати: постійне усвідомлення й відстеження ймовірності і наслідків виникнення аварійних ситуацій (ризиків); формування та постійне оновлення методів оцінювання ризиків; розроблення рекомендацій щодо формування стратегії і ефективного розподілу ресурсів з урахуванням ступеня ризику; визначення межі ризику та своєчасне відображення величини ризиків у інформаційних системах.

Якісна і вартісна ідентифікація ризик-індикаторів має бути покладена в основу процесу аудиту та менеджменту експлуатації обладнання підстанцій. Інформаційний ризик можна визначити як агреговане поняття, що об'єднує технічні, технологічні, інформаційні ризики, які виникають в поточній операційній діяльності. Ризики можна розбити на такі: техногенний, тобто такі фактори, які мають техногенне походження, джерелом якого є техніка і обладнання, що використовується у виробництві; ризик персоналу, пов'язаний з можливими помилками співробітників; ризик організаційної структури управління проявляється у додаткових фінансових затратах та організаційних труднощах через нечіткий розподіл зон відповідальності між підрозділами підприємства.

Діагностика ризиків – це комплексний аналіз параметрів технічного обслуговування та напрямків діяльності підприємства з метою ідентифікації, опису та класифікації ризиків. Методи діагностування ризиків базуються на статистичних спостереженнях, які є найбільш об'єктивними і точними. Виявлення ризиків є основою побудови системи ризик-

менеджменту.

Процес менеджменту починається з обміну інформацією з внутрішніми і зовнішніми учасниками цього процесу. Визначаються зовнішні і внутрішні параметри організації процесу ризик-менеджменту, критерії оцінення, методи аналізу. На етапі ідентифікації ризиків відбувається конкретизація ситуації ризику відносно досягнення поставленої мети. Під час аналізу ризиків визначається рівень ризику через ймовірність його виникнення та наслідки ситуації ризику, причини і фактори виникнення ризику, уточнюються і оцінюються моделі й методи оцінювання та контролю ризиків.

Оцінювання ризиків здійснюється шляхом порівняння існуючого рівня ризику з припустимим значенням. Існуючий рівень ризику визначають з урахуванням співвідношення між потенційною вигодою і негативними наслідками ситуації з урахуванням характеру цього впливу. Далі відбувається розроблення та впровадження керівних рішень з метою збільшення потенційної вигоди і зниження потенційних витрат відносно ситуації ризику. Якщо не відбувається прийняття рішення щодо ризику, то процес повторюють після зміни вимоги до критерію оцінювання ризиків або їх структури і методів аналізу. Потрібно зауважити, що відстеження та аналіз ефективності процесу менеджменту з урахуванням ризиків необхідно проводити на кожній стадії процесу прийняття рішень.

Використовуючи основні принципи теорії ризиків, розробимо модель і методику аналізу експлуатації силового електрообладнання. За функцію цілі візьмемо якість експлуатації обладнання ТП. Функцію можна подати у вигляді вектора основних показників експлуатації

$$\bar{Z}(t) = (D_k(t), B_{\Sigma}(t), B_i(t), T_i(t)), \quad (7.5)$$

де $D_k(t)$ – результати діагностування ТС електрообладнання;

$B_{\Sigma}(t)$ – загальна кількість відмов електрообладнання;

$B_i(t)$ – кількість відмов i -го елемента електрообладнання;

$T_i(t)$ – тривалість відмови i -го елемента електрообладнання.

Якість експлуатації залежить від умов експлуатації електрообладнання, які можна описати вектором, що характеризує умови експлуатації.

$$X(t) = (A(t), P(t)), \quad (7.6)$$

де $A(t)$ – техніко-економічні показники роботи підстанції;

$P(t)$ – вектор керованих впливів, що характеризує процес експлуатації обладнання ТП.

Результати статистичного аналізу експлуатації силового обладнання ТП показує стохастичний характер відмов обладнання, тому доцільно процес експлуатації обладнання ТП розглядати як динамічний керований процес. В разі задання управління станом обладнання ТП за прогнозованими параметрами необхідно оцінювати прогнозовані значення в умовах відомої

інформації про фактичний стан обладнання $Z(t)$ і керовані впливи $P(t)$, які спрямовані на підтримку такого стану протягом часу t .

Формалізація задачі прогнозування стану обладнання ТП можна описати рівнянням у формі Ланжевена з адитивним білим шумом

$$\bar{Y} = f(y, u, t) + \xi(t), \quad (7.7)$$

де \bar{Y} – повна похідна вектора показників технічного стану обладнання ТП, яка оцінює якість стану утримання обладнання ТП за час t ;

f – векторна функція векторних аргументів, показників у технічного стану електрообладнання ТП і показників u управління технічним станом електрообладнання ТП;

t – скалярний аргумент часу;

$\xi(t)$ – випадковий процес білого шуму з нульовим математичним сподіванням.

Знаходження ТС зводиться до задачі ідентифікації, де на основі первинних даних про стан обладнання ТП і умов управління та експлуатації необхідно знайти векторну функцію f , що належить деякому класу функцій, які допускають існування рішень у просторі станів, у яких ця безперервна функція може бути вирішена.

Фактичні показники стану Z можуть бути визначені умовами експлуатації і обчислюватись через сукупність вхідних даних та в загальному випадку описуватись операторною формою зв'язку A_t з показниками експлуатаційної діяльності (X) в попередні моменти часу t_0 за період спостережень $t_0 \in T$ за виразом

$$Y(t) = A_t X(t_0). \quad (7.8)$$

Оцінювання та прогнозування показників ТС електрообладнання ТП можна здійснити в два етапи. Спочатку на основі рівняння (7.8) методами ідентифікації в процесі спостереження значень $y(t)$ і $x(t_0)$ оцінюється значення A_t^* істинного оператора A_t . Потім знайдена оцінка оператора A_t^* і спостережувальні значення $X(t)$ дозволяють оцінити значення $Y^*(t)$ ТС електрообладнання ТП на підставі виразу

$$Y^*(t) = A_t^* X(t). \quad (7.9)$$

Для визначення класу функцій виразу (9) і вибору коректного методу ідентифікації на математичне сподівання функції втрат між фактичним і оцінюваним ТС електрообладнання ТП накладається вимога близькості оцінки оператора A^* до істинного значення оператора A . Під час ідентифікації об'єктів управління пошук оператора здійснюється за критерієм мінімуму середнього квадрата помилки, тобто

$$\varepsilon[Y_t, Y_t^*] = (Y_t - Y_t^*)^2. \quad (7.10)$$

Виходячи з (7.10) рівняння для визначення оптимальної, з позиції мінімуму середнього квадрата, помилки оцінки оператора A можна скористатися виразом

$$Y(t) = A_t^* X(t_0) = X\{Z(t) | X_{t_0}; t_0 \in T\}, \quad (7.11)$$

тобто оптимальним оператором, що описує стан електрообладнання ТП у першому наближенні можна вважати клас лінійних операторів.

Залежно від умов експлуатації $Z(t)$ та враховуючи процеси управління $P(t)$ станом електрообладнання ТП $Z(t)$ як об'єкт моделювання може бути описано через оператор зв'язку A

$$Z(t) = A(X(t), P(t), \xi(t)). \quad (7.12)$$

Побудова моделі ТС електрообладнання ТП $Z^*(t) = A^*(X(t), P(t), \xi(t))$ зводиться до пошуку оцінювання оператора моделі електрообладнання ТП $Z^*(t)$, яка здійснюється методами параметричної ідентифікації.

Параметри оператора моделі A^* знаходять на основі запису у вигляді багатовимірною рівняння регресії виду

$$Z_t^* = a_{m,t} X_{m,t} + a_{(m-1),t} X_{(m-1),t} + \dots + a_{0,t} + \xi_t, \quad (7.13)$$

де Z_t^* – оцінка дискретних значень вихідного показника в дискретні моменти часу t ;

$X_{m,t}$ – дискретні значення експлуатаційних і керованих факторів, що використовуються в процесі побудови моделі;

$a_{m,t} \dots a_{0,t}$ – параметри моделі,

m – кількість використаних факторів в моделі.

Для забезпечення управління якістю електрообладнання ТП за прогнозованим станом необхідно знати не тільки фактичні спостережувальні значення вектора показників стану електрообладнання $Z^* = [Z_1^*, Z_2^* \dots Z_k^*]$ у моменти часу $t = 1, 2 \dots r$, але і їх прогнозовані значення.

Як метод прогнозування значень показників стану електрообладнання ТП і значень ризиків доцільно скористатись методом, який базується на побудові авторегресійної моделі однокрокової процедури прогнозування

$$Z_{(t+1)} = \sum_{j=1}^r a_j Z_{t-j} + \xi_t, \quad (7.14)$$

де $Z_{(t+1)}$ – прогнозоване значення показника;

a_j – коефіцієнт рівняння авторегресії $j = 0, 1, 2 \dots r$;

ξ_t – значення шуму апроксимації $Z_{(t+1)}$ авторегресії кінцевої довжини.

Функціональну схему запропонованої математичної моделі ризик-аналізу та прогнозування технічного стану наведено на рисунку 7.2.

Вхідні дані моделі $\bar{Z}(t)$, надходять у вигляді вектора динамічних показників умов експлуатації з інформаційних систем аналізу та оцінювання параметрів технічного стану видів обладнання

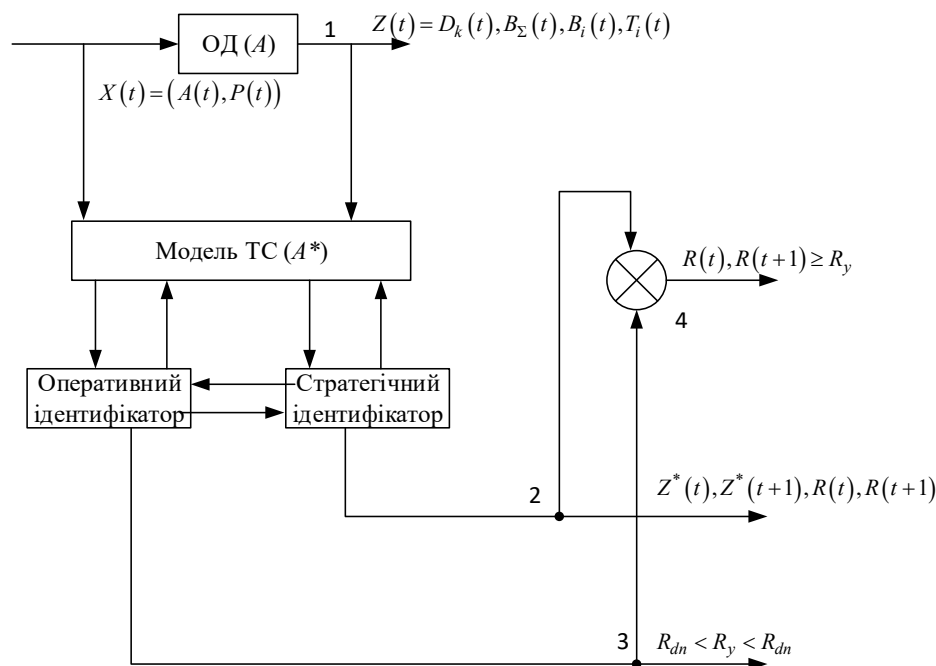


Рисунок 7.1 – Структурна схема ризик-аналізу та прогнозування ТС електрообладнання

ТП з автоматизованою інтелектуальною системою. Діагностичні параметри визначаються за двома основними вимогами: параметр слугує індикатором роботоздатності обладнання і може бути відновлений до вихідного значення внаслідок проведення ТОР.

Вихід схеми об'єкта ризик-моделювання $Z(t)$ характеризує фактичний стан якості експлуатації електрообладнання ТП, визначається виразом (7.12) і надходить з інформаційних систем.

Вихід $Z^*(t)$ характеризується вектором оцінювання показників

$$Z^*(t) = D_k(t), B(t), B_i(t), T_i(t) + \Delta W(t). \quad (7.15)$$

Як інтегральний показник збитку по ТП прийнято $\Delta W(t)$ недовипуск електроенергії.

Оцінка $Z^*(t)$ на відміну від $Z(t)$ визначається статистичною формулою показників ТС електрообладнання ТП. Показник $Z(t+1)$ – вектор прогнозованих значень за один період спостережень вперед, який визначається методом аналітичного прогнозування. На цьому виході моделі ще формулюються оцінки обчислювальних ризиків ТС електрообладнання ТП $R(t)$ та прогноз ризиків $R(t+1)$. Це дозволяє здійснити комплексне оцінення ТС електрообладнання ТП як

$$k(t) = F(R_n(t), P(t)) + \xi_n, \quad (7.16)$$

де F – функціонал від найбільш ймовірних значень факторів;

ξ_n – найбільш ймовірна помилка $\xi_n(t)$ ризику R_n .

На третьому виході (рис. 7.1) моделі формулюються обчислювальні нормативно допустимі верхні R_{dv} і R_{dn} межі діапазонів цільових ризиків R_y в рамках обраної довірчої ймовірності. На четвертому (рис. 7.1) виході моделі аналізується виконання цільових показників ризику R_y у зіставленні з поточним фактичним ТС ризику $R(t)$. Коли $R(t) \leq R_y$, то виявляють причини відхилень, виконуються обслуговування та ремонт електрообладнання ТП на вимогу і за прогнозованим ТС.

Висновок. Запропонована модель ризик-аналізу ТС електрообладнання ТП дозволяє забезпечити оцінювання якості його обслуговування і прийняття стратегії обслуговування під час порівняння поточних і цільових показників ризиків порушень та їх наслідків, що підвищує рівень безпеки в процесі експлуатації електрообладнання і дозволяє дати оцінку ефективності та контролю реалізації управлінських рішень, спрямованих на вдосконалення правил експлуатації електрообладнання ТП.



7.3 Менеджмент системи електробезпеки щодо мінімізації ризику дії електромагнітного поля на персонал під час експлуатації електрообладнання підстанцій напругою 220-750 кВ

Міжнародний стандарт OHSAS 18001:2007, ISO 50001:2011, як і система управління якістю ISO 9000, побудований на основі циклу Демінга, який фактично дублює коло менеджменту та складається з чотирьох етапів: планування, реалізація, контроль та оцінювання ризику з метою керування. Але ці стандарти не дають єдиної методології, яка б визначала принципи управління енергобезпекою та порядок проведення оцінювання ризику в електроустановках надвисокої напруги.

Абсолютно неприйнятним досягненням мети є зниження електротравматизму шляхом так званого «управління ризиком», яке часто можна зустріти у літературі. Насамперед через некоректність цієї словосполучки. Це стає абсолютно очевидним, якщо виходити з термінології міжнародних і вітчизняних стандартів з оцінювання ризиків і теорії управління. Управління – це процес, що містить розробку альтернативних керівних дій, ухвалення рішення про вибір з них найбільш ефективних (за вибраним критерієм) і їх здійснення з метою досягнення бажаного результату функціонування керованого об'єкта. Під об'єктом маємо на увазі лише те явище зовнішнього і внутрішнього світу, яке спостерігає (або може спостерігати) людина в цей момент. Ризик – це поєднання вірогідності виникнення небезпечної події або впливу(ів) на серйозність травми, або погіршення здоров'я, які можуть бути викликані такою подією або впливом(ами). Аналізуючи наведені ознаки, неважко побачити, що ризик не може ні самостійно функціонувати, ні володіти будь-яким результатом і метою функціонування, тому управляти ризиком неможливо, а ось керувати процесом забезпечення електробезпеки – можливо. Ризик – міра оцінювання небезпеки (у нашому випадку електробезпеки).

На основі проведеної класифікації методів кількісного оцінювання ризику електробезпеки (див. рис. 6.3), гігієнічних критеріїв умов праці (п. 2.2 посібника) та комбінованого методологічного підходу, який, на відміну від відомих, узгоджує системний, ризик-орієнтовний та енергетичний підходи шляхом оцінювання ризику травмування за матрицею оцінювання ризиків (МОР) електротравматизму на робочих місцях персоналу електричних станцій та систем (табл. 7.1).

Таблиця 7.1 – Матриця оцінювання ризиків на робочих місцях під час визначення професійного ризику електротравматизму персоналу електричних станцій та систем

0,7 – 1 (6)	C6	C12	B18	B24	B30	B36
0,3 – 0,7 (5)	H5	C10	C15	B20	B25	B30
0,05 – 0,3 (4)	H4	C8	C12	C16	B20	B24
10^{-3} – 0,05 (3)	H3	H6	C9	C12	C15	B18
10^{-6} – 10^{-3} (2)	H2	H4	H6	C8	C10	C12
0 – 10^{-6} (1)	H1	H2	H3	H4	H5	C6
Частота в рік 	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	 Наслідки					

Запропонована МОР професійного захворювання персоналу електричних станцій та систем побудована на основі встановлених елементів ризику: шести рівнів ймовірності небезпечної події (частоти професійного або професійно-обумовленого захворювання) та шести рівнів важкості наслідків дії електричного поля промислової частоти (ЕП ПЧ) за гігієнічною класифікацією, матриця (6 × 6). У такій матриці виділено 36 різновидів ризику у вигляді значень ризику для бінарних груп «ймовірність нещасного випадку – важкість травматичної події від дії електричної енергії». Така інформація дає підставу для об'єктивного судження про міру загрози, що забезпечує більшої адресності профілактичних заходів з електробезпеки в електроустановках НВН. На основі МОР обґрунтовано необхідність прийняття рішення підвищення рівня електробезпеки під час виконання робіт на струмовідних частинах повітряних ліній 330–750 кВ.

Величина ризику, яка визначається за МОР, змінюється від 1 до 36. На основі зіставлення всіх рівнів наслідків та ймовірностей з відомими з практики наслідками за МОР, ризики залежно від величини поділяються на низькі (1–5), середні (6–16) та високі (17–36). Таким чином, результат оцінення ризику професійного захворювання від дії ЕМП ПЧ за таблицею 7.1 полягає у визначенні величини та міри ризику:

- низький (Н): Н1; Н2; Н3; Н4; Н5;
- середній (С): С6; С8; С9; С10; С12; С15; С16;
- високий (В): В18; В20; В25; В30; В36.

Залежно від ступеня ризику для МОР мають передбачатися черговість та час проведення заходів та дії щодо зниженню ризику. Так, при великих значеннях ризику (від 18 до 36) необхідне негайне втручання, зменшення ризику обов'язкове, у разі середнього ризику (від 6 до 16) необхідним є зниження ризику до мінімально можливого в установленій термін, і за низьких значень (від 3 до 5) спеціальні заходи щодо зниження ризику не потрібні, але його все-таки потрібно контролювати, певна група робітників (неповнолітні, інваліди та ін.) потребують додаткового захисту. Низький рівень ризику (1–2) спеціальних заходів не потребує.

Система менеджменту електробезпеки на підприємстві енергетичної галузі має являти собою сукупність взаємодії об'єкта, яким управляють (система захисту від дії електричної енергії) та органу управління (керівний склад організації, який приймає управлінські рішення на підставі комплексу нормативної документації з електробезпеки та зовнішньої інформації) для досягнення певної мети. Тому для успішного функціонування системи управління на першому етапі потрібно визначити мету системи управління, наприклад: мінімізувати ризик професійної захворюваності від дії ЕМП ПЧ або забезпечити дотримання вимог законодавчих правил та норм з електробезпеки.

Зазвичай розрізняють три рівні управління між об'єктом, яким управляють, та органом, що управляє: вищий, середній і нижчий. На вищому рівні управління реалізується стратегічне управління: визначаються страте-

гія (концепція) управління, її цілі, принципи організації, довгострокові плани, стратегія їх реалізації. Середній рівень управління – рівень тактичного управління. Тут складаються тактичні плани, здійснюється контроль за їх виконанням. На нижчому рівні управління здійснюється оперативне управління, реалізуються об'ємно-календарні плани, здійснюється їх оперативний контроль і облік. Для менеджменту електробезпеки на підприємствах паливо-енергетичного комплексу України таким циклом управління, що містить перелік послідовно логічно пов'язаних функцій управління виконуються: ідентифікація та оцінювання ризику, планування та виконання планових заходів з електробезпеки, оцінення та аналіз ризику після вжитих заходів та засобів, ухвалення рішення і вдосконалення системи управління електробезпекою. Цей цикл має здійснюватися на всіх ієрархічних рівнях системи управління підприємств енергетичної галузі.

Висновки. Нині існує об'єктивна необхідність модернізації традиційної системи управління охороною праці на підприємствах ПЕК України. За видами подій протягом 2019 р. найбільша кількість нещасних випадків зі смертельними наслідками припадає на електротравми.

Для ефективного управління охороною праці щодо досягнення поставленої мети запропоновано модернізацію системи управління охорони праці на підприємствах ПЕК з використанням замкнутого інформаційного контуру. Цей контур містить послідовність логічно-пов'язаних функцій управління: оцінювання ризику ураження персоналу електричною енергією; планування та виконання планових заходів з електробезпеки щодо усунення ланцюга передумов появи електротравм, направлених на мінімізацію ризику електротравматизму та професійно-обумовленого захворювання; контроль за виконанням планових заходів; оцінювання та аналіз ризику електротравматизму після вжитих заходів; ухвалення рішень із вдосконалення системи електробезпеки, що дозволяє постійно порівнювати фактичний стану керованого процесу, з метою мінімізації ризику електротравматизму.

Запитання для самоконтролю

1. Наведіть стратегію ризик-менеджменту для подальшого вдосконалення експлуатації електрообладнання шляхом підвищення якості і ефективності системи технічного обслуговування і ремонту.

2. За якою формулою визначається формалізація задачі прогнозування стану обладнання трансформаторної підстанції?

3. Поясніть суть методу ризик-аналізу для прогнозування технічного електрообладнання.

4. Наведіть структурну схему ризик-аналізу та прогнозування технічного стану електрообладнання підстанції високої напруги.

5. Назвіть основні етапи менеджменту циклу Демінга.

6. Наведіть приклад системи менеджменту електробезпеки для підприємств енергетичної галузі.

7. Надайте приклад теоретичного обґрунтування вибору заходів електробезпеки на електричних станціях, підстанціях та мережах надвисоких класів напруги за матрицю оцінювання ризиків.

8. Яким чином можна підвищити ефективність управління охороною праці для персоналу, що обслуговує електроустановки?

9. Обґрунтуйте рішення вибору заходів з електробезпеки на робочих місцях персоналу електричних станцій та систем за матрицею оцінювання ризиків.

Список рекомендованої літератури

1. Закон України «Про охорону праці» (Вводиться в дію Постановою ВР № 2695-ХІІ від 14.10.92, ВВР, 1992, № 49, ст.669) (Редакція станом на 15.07.2021) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
2. Закон України «Про електроенергетику», Верховна Рада України; Закон від 16.10.1997 № 575/97-ВР (Редакція станом на 01.07.2019) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/575/97-%D0%B2%D1%80#Text>
3. Закон України «Про ринок електричної енергії», Верховна Рада України; Закон від 9 листопада 2017 року N 2189-VIII (Редакція станом на 2 грудня 2021 року N 1931-IX) <https://ips.ligazakon.net/document/T172019>
4. Постанова кабінету міністрів України від 17 квітня 2019 р. № 337 Київ Про затвердження Порядку розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/337-2019-%D0%BF#Text>
5. Правила улаштування електроустановок. Харків: Форт, 2017. 760 с.
6. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Держнаглядохоронпраці. Київ: Основа, 1998. 380 с.
7. ДНАОП 1.1.10-1.07-01 Правила експлуатації електрозахисних засобів. https://dnaop.com/html/1631/doc%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_40.1-1.07-01
8. ДСТУ 7239:2011 Засоби індивідуального захисту. Київ: Держспоживстандарт, 2011. 6 с. <https://fliphtml5.com/samd/mnzv>
9. Методичні рекомендації до самостійного вивчення навчальної дисципліни «Споживачі електричної енергії» (для студентів усіх форм навчання освітнього рівня «бакалавр» зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електротехнології) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. В. М. Охріменко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 56 с.
10. Голінько В. І., Чеберячко С. І., Шибка М. В., Яворська О. О. Моніторинг умов праці : підручник для студ ВНЗ. – 2-ге вид. – Дніпропетровськ : ДНГУ, 2014. – 230 с.
11. Гажаман В. І. Електробезпека на виробництві. Київ: Редакція журналу "Охорона праці", 2002. 272 с.
12. Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках. Москва : Энергоатомиздат, 1984. 448 с.
13. Зеркалов Д. В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги : навчальний посібник. Київ : Основа, 2011. 551 с.
14. Кутін В. М. Вибір стратегії ремонтно-обслуговуючих дій систем електропостачання промисловості і агропромислового комплексу / Енергетика і електрифікація. – 2003. – № 9. – С. 47 – 51.
15. Кутін В. М., Бондаренко Є. А., Кутіна М. В. Метод ризик-аналізу для прогнозування технічного стану електрообладнання трансфор-

маторних підстанцій. Енергетика: економіка, технології, екологія : науковий журнал. – 2019. – № 2 (56). – С. 84–90. - ISSN 1813-5420

16. Казначеев Д. Г. Конспект лекцій з дисципліни «Основи охорони праці, охорона праці в галузі, пожежної безпеки та цивільного захисту» Дніпро : ДДУВС, Ліра ЛТД , 2016. 136 с.

17. Бондаренко В. О., Ганус О. І., Старков К. О., Шевченко С. Ю. Охорона праці в електроенергетиці : навч. посіб. – Х. : Вид-во «Підручник НТУ «ХПІ»», 2014. – 240 с.

18. Грибан В. Г., Глуховеря В. А. Охорона праці в галузі права : навч. посібник [для підгот. магістр. і спец. у вищ. закл. освіти юрид. профілю]. – Дніпро : Дніпроп. держ. ун-т внутр. справ ; Ліра ЛТД, 2016. 284 с.

19. Бондаренко Є. А. Професійний ризик електротравматизму в електроустановках надвисокої напруги: монографія. – Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2014. – 216 с.

20. Бондаренко Є. А., Кутін В. М., Лежнюк П. Д. Навчальний посібник до розділу «Охорона праці» в магістерських кваліфікаційних роботах для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка : навч. посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2019. 120 с.

21. Бондаренко Є. А., Вишневський С. Я., Бондаренко А. Є. «Сучасний стан електротравматизму в енергетичній галузі», Вісник ВПІ, вип. 3, с. 18–23, <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2021-156-3-18-23>

22. Бондаренко Є. А. «Менеджмент системи електробезпеки щодо мінімізації ризику дії електромагнітного поля на людину в електроустановках надвисокої напруги,» НТУУ «КПІ». Енергетика: економіка, технології, екологія, № 2, с. 14–21, 2014.

23. Пивняк Г. Г., Жежеленко І. В., Папаїка Ю. А. Енергетична ефективність систем електропостачання : монографія – Дніпро : НТУ «ДП», 2018. – 148 с.

24. Лежнюк П. Д., Лагутін В. М., Тептя В. В. Проектування електричної частини електричних станцій – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 194 с.

Інформаційні ресурси

1. Урядовий портал [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://www.kmu.gov.ua/npas/29186941>.

2. Державна інспекція енергетичного нагляду України [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://sies.gov.ua>.

3. Міністерство енергетики України [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://mpe.kmu.gov.ua/>.

*Електронне навчальне видання
комбінованого використання.*

Можна використовувати в локальному та мережному режимах

Бондаренко Євгеній Аркадійович

ОХОРОНА ПРАЦІ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

Навчальний посібник

Рукопис оформлено *Є. Бондаренком*

Редактор *Т. Старічек*

Оригінал-макет виготовлено *Т. Старічек*

Підписано до видання 19.07.2022.
Гарнітура Times New Roman.
Зам. № P2022-056.

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
Редакційно-видавничий відділ.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 65-18-06.
press.vntu.edu.ua;
E-mail: irvc.vntu@gmail.com.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.