

УДК 621.31:519.7

Є. А. Бондаренко, канд. техн. наук, доц.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ПЕРСОНАЛУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

З метою мінімізації ризиків електротравматизму персоналу, який організовує або виконує роботи в електроустановках, на основі запропонованої концепції електробезпеки, загальносистемних закономірностей, ризик-орієнтовного підходу запропоновано основні шляхи підвищення професійної надійності електротехнічного персоналу в системі «людина—електроустановка—навколишнє середовище»

Вступ

Перехід України до ринкових відносин вплинув на характер професійної діяльності електротехнічного персоналу. Це зумовлено мінливістю, нетиповістю й складністю ситуацій, що виникають у процесі обслуговування енергетичного обладнання, яке часто знаходиться в незадовільному технічному стані. Так, відповідно до [1], стан магістральних електричних мереж з року в рік погіршується, 34 % повітряних ліній електропередач (ПЛ) напругою 220—330 кВ експлуатуються понад 40 років, з них 1,7 тис. км ПЛ — 330 кВ (13 % від загальної протяжності) і 1,6 тис. кілометрів ПЛ — 220 кВ (52 %) потребують реконструкції, 76 % основного устаткування трансформаторних електростанцій витратило свій розрахунковий технічний ресурс.

Разом з тим, на професійну діяльність електротехнічного персоналу поширюється несприятливий вплив навколишнього середовища. 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, що може стати причиною електротравматизму та професійного захворювання [1]. Надійність, як стабільність, передбачуваність результатів професійної діяльності людини в енергетичній галузі після аварії на Чорнобильській АЕС стає чи не найважливішою вимогою сучасності. Тому прогнозування надійності технічної системи електробезпеки без урахування професійної надійності електротехнічного персоналу неможливе.

В чому ж суть надійності електротехнічного персоналу? В тому, щоб пунктуально крок за кроком виконувати інструкції, ніде не помилятися, і при цьому не досягати поставленої мети, або в тому, щоб творчо приймати рішення в складних ситуаціях, діяти трохи швидше, якісніше, ніж вимагає інструкція, для забезпечення надійної роботи системи електробезпеки в цілому?

У техніці під надійністю розуміють властивості об'єкта зберігати у встановлених межах часу значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах використання, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання та транспортування [2].

В сучасних означеннях інтерпретації професійної надійності оператора відповідно до [3] визначені два підходи:

1) процесуальний, коли під надійністю розуміється деяка властивість організму людини, що проявляється в процесі трудової діяльності (працездатність, завадостійкість та ін.), і не вказується при цьому, який результат був врешті досягнутий;

2) результативний (прагматичний), коли під надійністю розуміється властивість людини досягати результату незалежно від того, як складався процес діяльності.

Прикладом тлумачення надійності як здібності досягати мети є відоме визначення Д. Мейстера [3]: «Надійність людини — це вірогідність того, що робота або завдання буде успішно виконана персоналом на будь-якому необхідному рівні роботи системи протягом потрібного проміжку часу».

Різні аспекти проблеми професійної надійності фахівців різних професій розглянуті в роботах вітчизняних та зарубіжних вчених, зокрема В. Д. Небиліцина, А. І. Губинського, Б. Ф. Ломова, Ж. Кристенсена, Д. Мейстера, Дж. Расмуссена, В. С. Медведєва, В. В. Рибалки, С. Лебедевої,

Ю. Щербини та інших. Проте концептуальні засади електробезпеки відповідно до [4] для забезпечення професійної та функціональної надійності фахівців енергетичної галузі в системі електробезпеки практично не знайшли свого відображення в наукових дослідженнях.

Тому для обґрунтування способів підвищення професійної надійності людини як одного зі складових елементів системи «людина—електроустановка—навколишнє середовище», з метою мінімізації ризиків електротравматизму доцільно застосовувати нове міждисциплінарне теоретичне обґрунтування — на основі системного аналізу, оцінки та аналізу ризику.

Мета дослідження — з урахуванням теорії системного аналізу та ризик-орієнтовного підходу розробити шляхи підвищення надійності електротехнічного персоналу.

Результати досліджень

Проведений автором аналіз теоретичного матеріалу щодо профілактики електротравматизму показав наявність проблеми недосконалості, або навіть відсутності чіткого та цілісного уявлення про те, що має являти собою процес попередження електротравми, на які особливості та явища необхідно звертати увагу під час організації безпечної взаємодії людини з електроустановками, яку ефективність повинна мати система захисту людини, яка взаємодіє з електроустановками. Численні публікації на тему профілактики електротравматизму, велика кількість нормативно-правових та нормативних документів відображають окремі аспекти цієї проблеми і не дають уявлення про цілісну картину, що потребує розвитку теорії електробезпеки з урахуванням сучасних знань.

З погляду системного аналізу, відповідно до [5] електробезпека є складною системою, яка складається з елементів (підсистем), що утворюють єдине ціле за допомогою зв'язків і відносин між цими елементами з метою мінімізації ризику дії електричної енергії на здоров'я людини, яка організує або виконує роботи в електроустановках.

Елементами системи забезпечення електробезпеки є людина, електроустановка, зовнішнє середовище і нормативно-правове забезпечення. «Електроустановки» — комплекс взаємопов'язаного устаткування і споруд, призначених для виробництва або перетворення, передачі, розподілу чи споживання електричної енергії, який включає технічні засоби електробезпеки; «зовнішнє середовище» — простір, в якому знаходиться людина та електроустановка; «нормативно-правове забезпечення» — сукупність норм, правил, положень, стандартів, інструкцій, технологічних карт та інших документів, обов'язкових для виконання, які включають організаційно-технічні заходи щодо забезпечення електробезпеки для заданої технології і встановлюють вид і технологію виконання робіт в електроустановці. Під поняттям «людини» будемо розуміти тільки електротехнічний персонал, який виступає в ролі як об'єкта захисту, так і суб'єкта захисту. У нашому розумінні «людина — суб'єкт захисту» умовно означає, що діяльність людини направлена на забезпечення електробезпеки, як своєї, так і групи людей [5].

З позиції ризик-орієнтовного підходу під надійністю електротехнічного персоналу в електробезпеці будемо розуміти вірогідність успішного виконання роботи або поставленого завдання людиною (групою людей) на заданому етапі функціонування системи електробезпеки (СЕБ), за якою ризик травматизму та аварій не перевищує допустимого значення.

Проблема мінімізації ризику електротравматизму повинна ставити завдання ефективного функціонування СЕБ, що в свою чергу передбачає підвищення професійної надійності електротехнічного персоналу, який організовує або виконує роботи в електроустановках, тому для вирішення поставленої проблеми доцільно застосувати загальносистемні закони і закономірності теорії системного аналізу.

Оскільки найповніше загальносистемні закони і закономірності теорії системного аналізу описані у роботах [6, 7], то за базу для досліджень проблеми підвищення надійності електротехнічного персоналу будемо використовувати саме їх.

Однією з важливих загальносистемних закономірностей є залежність потенціалу системи від ступеня її організованості і характеру взаємодії структурних елементів у системі. Відповідно до [6] потенціал складної системи залежить від того, наскільки цілеспрямованою, взаємоузгодженою і раціонально організованою є сама система, її структура.

З цієї об'єктивної закономірності випливає, що якщо взаємодії структурних елементів a_1, a_2, \dots, a_n системи A цілеспрямовані і взаємоузгоджені, то систему слід вважати добре організованою. Чим вищі цілеспрямованість і взаємоузгодженість дій елементів, тим більша організованість системи.

В організованій системі потенціал системи *A* багаторазово перевищує суму потенціалів усіх складових елементів (підсистем).

У нейтральних системах [7], де ступінь організованості не забезпечує ефективної і узгодженої взаємодії елементів, потенціал системи дорівнює сумі потенціалів елементів.

У погано організованій системі [7], коли взаємодія елементів носить випадковий або хаотичний характер, потенціал системи дорівнює середньому значенню потенціалу для одного елемента.

У «псевдосистемі» [7], коли взаємодія елементів носить антагоністичний характер і кожен елемент системи протидіє всім іншим, потенціал системи менший, ніж потенціал найслабкішого елемента системи.

З цього випливає, що стійке та ефективне функціонування системи «людина—електроустановка—навколишнє середовище» можливе у разі взаємоузгодження її елементів і цьому сприяє високий професійний потенціал людини, яка є елементом такої системи. Підвищення професійного потенціалу електротехнічного персоналу має бути досягнуто через підвищення цілеспрямованої мотивації його до дій, оцінки своїх можливостей і ситуації, у якій він перебуває (рис. 1), з урахуванням можливої шкоди внаслідок помилкових дій.



Рис. 1. Фактори, що визначають суб'єктивну ймовірність досягнення успіху в роботі

Спонукаючи електротехнічного працівника до дій, необхідних для виконання роботи, відповідно до [8], треба враховувати п'ять основних мотивів: вигода, безпека, зручність, задоволеність і нівелювання в трудовому колективі (прагнення діяти відповідно до дій, прийнятих у цій робочій групі).

Для підвищення професійного потенціалу електротехнічного персоналу, з метою суб'єктивного оцінювання ймовірності досягнення успіху автором пропонується сучасний підхід, який, відповідно до [9], базується на створенні оптимальної системи керування електробезпекою на основі перспективного нормативно-правового, наукового та технологічного забезпечення, шляхом визначення професійного ризику здоров'ю людини від ураження електричною енергією.

Значення показника надійності людини в системі «людина—електроустановка—середовище» визначається через категорію станів системи, а стан оцінюється по тому, наскільки в цей момент часу надійність електротехнічного персоналу відповідає вимогам, що висуваються до нього. Вимоги можуть бути постійними або змінними в часі залежно від певних початкових умов.

Відповідно до вимог [10] працівники підприємств та організацій, які зайняті на роботах з обслуговування і ремонту електроустановок, проходять щорічне спеціальне навчання і перевірку знань нормативно-правових актів з електробезпеки.

Під час перевірки знань електротехнічного персоналу нормативно-правових актів з електробезпеки необхідно враховувати системний принцип у закономірності гармонічної рівноваги (правило «золотої пропорції»). Згідно з ним, відповідно до [7], визначення умов або стану стійкої рівноваги системи (її ефективного функціонування) — одна з найважливіших проблем загальної теорії систем і має безпосереднє відношення до практичної діяльності людини. Одним із шляхів розв'язання цієї проблеми є застосування правила «золотої пропорції». Суть цього положення полягає в тому, що системи в природі, в економіці, у суспільстві рухаються до стану гармонійної рівноваги, коли вільна енергія утворення систем прямує до мінімального значення, а відношення між рекурсивними елементами — до «золотої пропорції». Зокрема відомо, що в економіці розподіл ресурсів нарівно є неефективним. Найбільшу ефективність забезпечує розподіл за правилом «золотої пропорції» (0,62 і 0,38). Тому співвідношення між знанням нормативно-правового забезпечення та незнанням в процесі визначення вимог до електротехнічного персоналу має дорівнювати чи прямувати до правила «золотої пропорції»: 0,62 знань і 0,38 — неточних, або неповних знань.

Однією з важливих закономірностей управління системами є закономірність причинно-наслідкових зв'язків у системі [6]. Виявлення та узагальнення причинно-наслідкових зв'язків, характерних для тієї чи іншої системи і для процесів, що в ній відбуваються, є одним із важелів цілеспрямованого впливу на систему. Тому для підвищення надійності електротехнічного персоналу в СЕБ необхідно передбачати та враховувати види помилок людини, причини та фактори, які зумовлюють їх появу.

Помилки людини різняться за своїми наслідками. Вони можуть бути різними для людини, для техніки та системи в цілому. Помилки можуть бути неаварійними й аварійними. Останні безпосередньо знижують надійність людини й СЕБ в цілому.

Аналіз літературних джерел [3, 12—14] показав, що основні види помилок, які допускаються людиною на різних стадіях її дії в системі «людина—електроустановка—навколишнє середовище», можна класифікувати так:

1. Помилки проектування: внаслідок незадовільної «якості проектування». Наприклад, конструктивні недоліки устаткування, відсутність запобіжних пристроїв, захисних загороджень, засобів сигналізації та блокування.

2. Помилки виготовлення: мають місце на етапі виробництва внаслідок:

— незадовільної якості роботи, наприклад, неправильного зварювання;

— неправильного вибору ізоляційного матеріалу;

— виготовлення електрообладнання з відхиленнями від конструкторської документації.

3. Операторські помилки: виникають у разі неправильного виконання електротехнічним персоналом встановлених процедур, або в тих випадках, коли правильні процедури взагалі не передбачені. Наприклад, помилкова подача напруги на дільниці, де працюють люди.

4. Помилки технічного обслуговування: виникають в процесі експлуатації електроустановок і, зазвичай, спричинені неякісним ремонтом електрообладнання або неправильним його монтажем внаслідок недостатньої підготовленості електротехнічного персоналу, незадовільним оснащенням необхідною апаратурою та інструментами.

5. Помилки контролю параметрів електробезпеки: пов'язані з помилковим використанням непридатного елемента або пристрою, характеристики якого виходять за межі допусків, або з помилковим відбракуванням придатного пристрою або елемента з характеристиками в межах допусків.

6. Помилки зберігання: виникають внаслідок незадовільного зберігання виробів або їх транспортування з відхиленням від рекомендацій виробника.

7. Помилки організації робочого місця: підвищена температура, шум, недостатня освітленість тощо.

8. Помилки, пов'язані з неправильною експлуатацією електрообладнання.

9. Помилки в управлінні колективом: недостатнє стимулювання фахівців, їх психологічна несумісність, що не дозволяє досягти оптимальної якості роботи.

Статистичний аналіз помилок операторів АЕС відповідно до [11] показав, що найбільше помилок відбувається через незнання (35 %) і найменше випадкових помилок (4 %). Виявився досить великий відсоток помилок, пов'язаних: з організацією діяльності — груповий фактор (15 %), з суб'єктивним чинником, який враховує мотивацію до дій (15 %), з емоційною нестійкістю людини — стрес (12 %).

Аналізуючи помилки, пов'язані з «людським фактором», для оцінювання стійкості всієї СЕБ відповідно до [7] необхідно враховувати системну закономірність «найслабкіших місць», яка ви-

значає зв'язок між стійкістю всієї системи і стійкістю всіх її окремих складових частин (підсистем). Цей зв'язок визначається таким чином: у будь-який момент стійкість усієї системи залежить від підсистем чи елементів, які чинять найменший опір, або найслабкіших місць у системі. Інакше кажучи, «де тонко, там і рветься» [6]. Відповідно до цього у будь-який момент часу стійкість найслабкішої ланки системи визначає стійкість всієї системи.

В діяльності електротехнічного персоналу це означає, що похибка в діях людини допускається у межах заданих значень регульованих параметрів і є нормативним явищем, якщо не порушується нормальне функціонування системи «людина — електроустановка — середовище».

Наступний крок підвищення надійності електротехнічного персоналу — це врахування фонові загальносистемної закономірності. Фонова закономірність полягає у можливості впливу сигналу чи фону навколишнього середовища на стан досліджуваної системи [6]. Тобто, досліджуючи фон або характеристики зовнішнього по відношенню до досліджуваної системи середовища, можна певним чином оцінити стан такої системи. Стосовно електротравматизму ця закономірність вказує не лише на те, що стан системи захисту від електротравматизму залежить від фону, тобто від стану навколишнього середовища, особливо від певних його характеристик, а й від уміння виявити та застосувати ці особливості характеристик зовнішнього середовища для коригування завдань електробезпеки. Тому, виходячи із фонові загальносистемної закономірності, можна стверджувати, що одним із завдань управління процесами мінімізації ризику електротравматизму має бути завдання урахування зв'язку надійності людини зі станом зовнішнього середовища.

У людини немає аналізаторів, які могли б дистанційно визначити наявність напруги на частинах електрообладнання, що проводять електричний струм, або напруженості електричного поля промислової частоти без спеціальних приладів, тому з метою підвищення надійності електротехнічного персоналу має бути передбачена технічна система оцінки рівня електробезпеки. Завдання такої системи полягає в забезпеченні інформацією електротехнічного персоналу, який виконує роботи в електроустановках, про рівень ризику електротравматизму. У [15, 16] рекомендується один з методів практичної реалізації такої підсистеми електробезпеки в електроустановках надвисокої напруги.

Багато процесів, явищ, подій реального світу перебувають у коливальному стані з періодичними циклами (загальносистемний принцип, який полягає в урахуванні коливального і циклічного характеру функціонування систем). Такий закономірний коливальний і циклічний процес розвитку систем з безперервним переходом з одного стану в інший відбувається постійно [6]. У системі захисту людини від електротравм також відбуваються коливальні та циклічні рухи під дією зовнішнього середовища, централізованих управлінських дій, внутрішніх причин. Уміння передбачати такі зміни і відповідним чином реагувати на них (зменшувати негативні наслідки) — одна з умов зменшення вірогідності помилок людини. Звідси одним із завдань підвищення надійності електротехнічного персоналу має бути завдання обов'язкового урахування впливу можливих коливальних та циклічних змін працездатності людини в динаміці протягом робочого дня. За [17] розрізняють такі фази працездатності людини впродовж дня: 1 — передробочий стан; 2 — утягнення в роботу; 3 — сталий період; 4 — втома; 5 — зростання продуктивності завдяки емоційно-вольовій нарузі; 6 — прогресивне зниження працездатності; 7 — відновлення функцій.

В розвитку системи треба враховувати її ступінчастий характер. Чим на вищий ступінь переходить система, тим стійкішою вона стає до зовнішніх впливів. Тому кожна система поступово прагне піднятися на більш вищий ступінь розвитку. Коли система вичерпує резерв свого розвитку, тоді на її базі на наступному етапі розвитку утворюється нова, складніша система, стійкіша до зовнішніх впливів. Потім ця нова система знову вичерпує резерв свого розвитку, і на її основі, на наступному рівні, формується нова, ще складніша і стійкіша система [6]. Тобто для забезпечення стійкого та ефективного розвитку надійності електротехнічного персоналу необхідно забезпечувати поступальний рух у напрямку його прогресу: постійно підвищувати рівень електробезпеки. Необхідно, щоб знання, уміння й навички безпечного поведіння були зв'язані в єдину підсистему і утворили такий «сплав», який забезпечив би формування компетентності в області електробезпеки, яка потім переросте в культуру безпеки.

Культура безпеки — це нове для інженерної практики словосполучення, зміст якого варто розуміти як вираження відношення людини до проблеми безпеки, виявлене нею в процесі виконання службових обов'язків. Культура безпеки — кваліфікаційна й психологічна підготовленість всіх осіб, за якої забезпечення безпеки небезпечних об'єктів є пріоритетною метою й внутрішньою

потребою, що приводить до самоусвідомлення відповідальності й самоконтролю під час виконання всіх робіт, що впливають на безпеку [11].

Для повнішого розуміння поняття «культура електробезпеки» можна схематично показати основні складові культури безпеки: рівні й завдання (рис. 2). Основу культури безпеки становлять три рівні: рівень експлуатуючої організації; рівень керівництва; індивідуальний рівень.

Фактори, що формують культуру: здоровий спосіб життя й безпечне поведження як у побуті, так і на виробництві. Причини помилкових дій електротехнічного персоналу не завжди перебувають тільки в професійній сфері (хоча в більшості випадків трапляються переважно у виробничій сфері).

Таким чином, для підвищення надійності електротехнічного персоналу та керівників всіх рівнів варто розглядати їх якості не тільки в професійному просторі, але й в інших психологічних просторах, а саме: життєвому, особистому, індивідуальному, соціальному, сімейному, а також нормативному просторі. В роботах автора [18—21] даються пропозиції щодо удосконалення нормативної бази з електробезпеки з урахуванням сучасних знань. Впровадження положень культури безпеки на підприємствах дозволить підвищити корпоративну культуру.

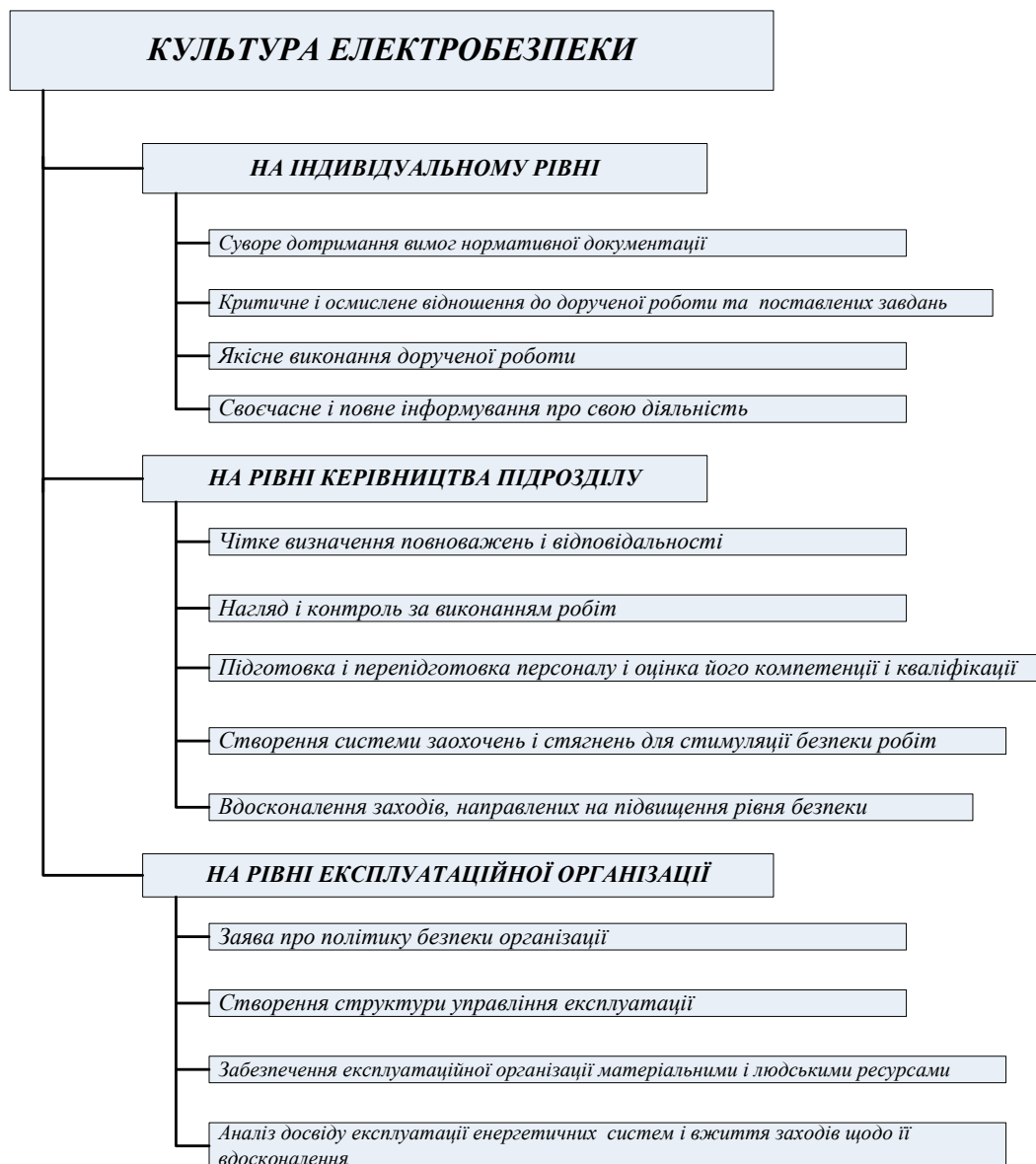


Рис. 2. Основні складові культури електробезпеки (рівні й завдання)

Результати системних досліджень показують необхідність урахування ще однієї важливої системної закономірності для підвищення надійності електротехнічного персоналу — закономірність переходу системи з одного якісного стану в інший з мінімальним впливом у критичній точці фазового переходу [6]. Кризовий стан системи можна розглядати як різновид фазового переходу сис-

теми з одного якісного стану в інший зі своєю критичною точкою, в якій для такого переходу достатньо невеликого (мінімального) впливу на систему. Економічні кризи галузі, регіону, країни також є свого роду різновидом фазового переходу зі своєю критичною точкою, і якщо в цей момент у систему ввести «ядро кристалізації», тобто невеликі інвестиції, то малими зусиллями можна швидко отримати істотний економічний ефект. Така аналогія правомірна для систем різного типу, виходячи з загальної теорії систем і теорії управління. Для підвищення надійності електротехнічного персоналу потрібні відносно великі фінансові ресурси, а можливість виділення таких ресурсів на сьогоднішній день в умовах України відсутня. Тому, відповідно до [22], пропонується мінімізувати сумарні соціально-економічні витрати на підвищення надійності електротехнічного персоналу до такого значення, при якому можна було б вибрати та впровадити такий комплекс заходів з можливих, впровадження яких знизить ризик помилки електротехнічного персоналу до допустимого рівня безпеки.

Висновки

На основі запропонованої концепції електробезпеки, загальносистемних закономірностей та ризик-орієнтовного підходу запропоновані шляхи підвищення професійної надійності електротехнічного персоналу:

— цілеспрямоване мотивоване заохочення до дій (вигода, безпека, зручність, задоволеність і нівелювання в трудовому колективі);

— підвищення професійних можливостей (навчання сучасним знанням з урахуванням запропонованої концепції електробезпеки, удосконалення нормативно-правової бази, набуття навиків поведінки в нештатних ситуаціях, покращення стану здоров'я на цей час);

— контроль знань та навиків (співвідношення між знаннями та неточними чи неповними знаннями має дорівнювати чи прямувати до правила «золотої пропорції»: $0,62$ — знань і $0,38$ — неточних чи неповних знань);

— контроль фактичного рівня ризику ураження електричною енергією електротехнічного персоналу залежно від реальних умов праці і параметрів конкретної людини;

— інформування працівника про фактичний професійний ризик на його робочому місці і заходи, які проводяться для його зниження;

— оцінювання ефективності дій електротехнічного персоналу і ситуації, у якій він перебуває, за умови, що помилки в діях людини допускаються в межах заданих значень регульованих параметрів і є нормативним явищем, якщо рівень ризику для здоров'я людини не перевищує допустимих значень;

— формування культури електробезпеки на всіх рівнях СЕБ.

Впровадження вищезазначених пропозицій дозволить мінімізувати ризик електротравматизму в електроустановках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондаренко Є. А. Оцінювання професійного ризику погіршення стану здоров'я персоналу, що обслуговує електроустановки надвисокої напруги / Є. А. Бондаренко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2013. — № 1. — С. 61—67.
2. Острейковский В. А. Теория надежности : учеб. для ВУЗов / В. А. Острейковский. — М. : Высшая школа — 2003. — 463 с.
3. Аполлонский С. М. Надежность и эффективность электрических аппаратов : учеб. пос. / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев. — СПб. : изд-во «Лань», 2011. — 463 с.
4. Бондаренко Є. А. Енергоентропійна концепція електробезпеки / Є. А. Бондаренко // Вісник Вінницького політехнічного інституту — 2012. — № 4. — С. 136—138.
5. Bondarenko E. A. New view on electrical safety in the context of the theory of the system analysis / E. A. Bondarenko, K. V. Bezpalyy // Science and Education : materials of the 2nd international research and practice conference, Vol. I, Munich, December 18th—19th, 2012 / publishing office Vela Verlag Waldkraiburg. — Munich. — Germany, P. 105—112. — ISBN 978-3-941352-70-4.
6. Прагниташвили И. В. Системные законы и закономерности в электродинамике, природе и обществе / И. В. Прагниташвили, Ф. Ф. Пашенко, Б. П. Бусыгин. — М. : Наука, 2001. — 525 с.
7. Ткачук К. Н. Системний аналіз проблем мінімізації ризику травмування на виробництві / К. Н. Ткачук, О. Г. Левченко // Вісник національного технічного університету України. — 2008. — № 16. — С. 136—143.

8. Лазарев С. В. Психология безопасности профессиональной деятельности / С. В. Лазарев. — М., 2007. — 216 с.
9. Бондаренко Є. А. Сучасний виклик викладанню електробезпеки студентам енергетичного спрямування / Є. А. Бондаренко, М. А. Гончарук // Реформування та розвиток науки: Сучасні виклики. — Ч. IV : міжнар. конфер., м. Київ, 2 лютого 2013 р. : зб. наук. пр. — К. : Центр наукових публікацій. — С. 27—30.
10. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірку знань з питань охорони праці / Державний комітет України з нагляду за охороною праці. — К., 2005. — 29 с.
11. Львова Л. А. Моделирование в исследованиях влияния человеческого фактора на безопасность АС / Л. А. Львова, Г. М. Головина, Т. Н. Савченко // Надежность и качество. — 1998. — № 8.
12. Посібник для працівників, які організують або виконують роботи в електроустановках / [В. І. Гажаман та ін.] — Х. : вид-во «Форт», 2003. — 152 с.
13. Манойлов В. Е. Основы электробезопасности. — 5-е изд., перераб. и доп. / В. Е. Манойлов. — Л. : Энергоатомиздат, 1991. — 480 с.
14. Гордон Г. Ю. Электротравматизм и его предупреждение / Г. Ю. Гордон, Л. И. Вайнштейн. — М. : Энергоатомиздат, 1986. — 256 с.
15. Кутин В. М. Защитные свойства экранирующих комплектов для работ под напряжением на линиях электропередач 330—750 кВ. / В. М. Кутин, Е. А. Бондаренко // Электричество. — 1993. — № 11. — С. 20—26.
16. Кутин В. М. Пристрій неперервного контролю електромагнітної енергії, поглинутої тілом людини, яка знаходиться в зоні впливу пристроїв надвисокої напруги / В. М. Кутин, Є. А. Бондаренко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2008. — № 5. — С. 31—34.
17. Костерев В. В. Надежность технических систем и управление риском : учеб. пос. / В. В. Костерев — М. : МИФИ, 2008. — 280 с.
18. Бондаренко Є. А. Шляхи удосконалення міждержавної і вітчизняної нормативної бази з електробезпеки / Є. А. Бондаренко // Сучасні технології в промисловому виробництві : матеріали II Всеукраїнської міжвузівської науково-технічної конференції : у трьох частинах, м. Суми, 17—20 квітня 2012 р. ; редкол.: О. Г. Гусак, В. Г. Євтухов. — Суми : СумДУ, 2012. — Ч. 2. — С. 83—84.
19. Бондаренко Є. А. Проблеми нормативно-правового забезпечення України з електробезпеки / Є. А. Бондаренко // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Електротехніка та енергетика». — 2013. — № 2(15). — С. 27—33.
20. Бондаренко Є. А. Методика нормування допустимого часу перебування людини в електричному полі промислової частоти / Є. А. Бондаренко // Стандартизація, сертифікація, якість. — Харків : ДП «Укр. НД НЦ». — 2012. — № 5. — С. 26—28.
21. Бондаренко Є. А. Гранично допустимі значення напруг дотику та струмів промислової частоти / Є. А. Бондаренко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2011. — № 2. — С. 31—34.
22. Бондаренко Є. А. Математична модель для оцінювання ризику електротравматизму / Є. А. Бондаренко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2012. — № 5. — С. 64—69.

Рекомендована кафедрою безпеки життєдіяльності

Стаття надійшла до редакції 29.08.2013
Рекомендована до друку 31.10.2013

Бондаренко Євгеній Аркадійович — доцент кафедри безпеки життєдіяльності.
Вінницький національний технічний університет, Вінниця