

УДК 631.3-331.45

ОЦІНКА ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ ПРАЦІВНИКІВ ПІД ЧАС ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Василь Тимочко¹, к. т. н., Іван Городецький¹, к. т. н., Олексій Бурнаєв¹, к. ф.-м. н., Ігор Мазур¹, к. с.-г. н., Тетяна Кохана¹, к. е. н., Володимир Войналович², к. т. н., Олена Вісин³, к. і.н.

¹*Львівський національний університет природокористування,
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Львівська обл., Україна,
e-mail: Tymochko_VO@ukr.net*

²*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна,
e-mail: voynalovich@nubip.edu.ua*

³*Луцький національний технічний університет,
вул. Львівська, 75, м. Луцьк, Україна,
e-mail: lena_visyn@ukr.net*

<https://doi.org/10.31734/agroengineering2024.28.217>

Тимочко В., Городецький І., Бурнаєв О., Мазур І., Кохана Т., Войналович В., Вісин О. Оцінка професійного ризику працівників під час обслуговування та ремонту електричного обладнання

На об'єктах підприємств електроенергетики найбільша частка нещасних випадків зі смертельними наслідками припадає на ураження електричним струмом (55% від загальної кількості). Електротравматизм здебільшого виникає під час експлуатації зовнішніх електроустановок (53%), зокрема трансформаторних підстанцій, повітряних ліній електропостачання, конденсаторних та перетворювальних пристроїв. Найбільш травмонебезпечними професіями на підприємствах електроенергетики є електрослюсар з ремонту електрообладнання та електромонтер. Тому використання методів ідентифікації ризиків та небезпечних чинників під час експлуатації електричного обладнання – актуальне завдання попередження виробничого травматизму. Ризик небезпечних ситуацій можна оцінити як поєднання важкості наслідків та ймовірності виникнення небезпечної ситуації під час виробничої діяльності. Обґрунтовано професійні ризики та основні види загроз у процесах ремонту та обслуговування електроустаткування. Встановлено, що ступінь базового ризику виникнення небезпечних ситуацій ураження працівника електричним струмом, який зумовлюються недоліками допуску до роботи електромонтера або порушенням ним вимог безпеки, а також недоліками організації робіт з ремонту та обслуговування електроустаткування становить по 48 балів, що відповідає середньому рівню – ризик не може бути прийнятним без запровадження захисних заходів. Ступінь базового ризику через недоліки забезпечення інструментами, спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту, а також їх несправностями становить 54 бали, що відповідає високому ризику. За результатами оцінювання ризиків під час експлуатації електричного обладнання визначають адекватність планованих заходів безпеки, потребу їх удосконалення чи запровадження інших заходів безпеки. Для зниження ймовірності виникнення травмонебезпечних ситуацій і пов'язаних з ними збитків планують відповідні заходи безпеки – від таких, що спрямовані на повне усунення небезпек на робочому місці й до таких, що передбачають застосування засобів індивідуального захисту.

Ключові слова: безпека праці, електричне обладнання, ідентифікація ризиків, небезпечний чинник.

Tymochko V., Horodetskyi I., Burnaiev O., Mazur I., Kokhana T., Voinalovych V., Visyn O. Assessment of occupational risk of workers during maintenance and repair of electrical equipment.

At electric power enterprises, electrocution accounts for the largest share of fatal accidents, representing 55% of all deaths caused by electric shock. Most electrical injuries occur during the operation of external electrical installations, which make up 53% of incidents. This includes transformer substations, overhead power lines, and capacitor and converter devices. The most hazardous professions in these enterprises are electrical fitters responsible for repairing electrical equipment. Consequently, identifying risks and dangerous factors during the operation of electrical equipment is a critical task for preventing industrial injuries. The risk of hazardous situations can be assessed by combining the severity of potential consequences with the likelihood of occurrence during production activities. An analysis of professional risks and the main types of threats in the repair and maintenance processes of electrical equipment has been conducted. It was found that the basic risk level of electrocution due to deficiencies in an electrician's work permit or violations of safety requirements is 48 points, which indicates an average risk level. This level suggests that the risk is unacceptable without implementing protective measures. Additionally, the risk level due to inadequacies in providing tools, protective clothing, and other personal protection equipment, as well as any malfunctions of such equipment, is rated at 54 points, indicating a high risk. Based on the results of the risk assessment during the operation of electrical equipment, the adequacy of planned safety measures can be evaluated. This assessment helps determine whether improvements are needed or if other safety measures should be introduced. To reduce the likelihood of traumatic situations and associated losses, appropriate safety measures are planned. These

range from the complete elimination of hazards at the workplace to the requirement of using personal protective equipment.

Keywords: occupational safety, electrical equipment, risk identification, dangerous factor.

Постановка проблеми. Аналіз травматизму на підприємствах електроенергетики свідчить про те, що понад 55 % від загальної кількості травмованих у галузі загинули внаслідок ураження електричним струмом [1]. Нещасні випадки відбувалися у спеціалізованих енергетичних підприємствах переважно з оперативними працівниками, які мають достатній досвід, кваліфікацію і, власне, повинні забезпечувати безпечне виконання робіт. Це свідчить про незадовільну роботу з охорони праці керівників окремих електроенергетичних підприємств, структурних підрозділів та загалом служб охорони праці [7].

Серед проблемних питань в електроенергетиці – низький рівень виконавчої й технологічної дисципліни працівників, порушення вимог безпеки під час експлуатації обладнання, машин і механізмів. Стабільно збільшується кількість небезпечних робочих місць, де в результаті використання застарілої техніки та обладнання ризик нещасних випадків зростає, незадовільними є забезпечення працівників засобами індивідуального захисту і рівень знань працівників з питань охорони праці.

Для зниження виробничих ризиків та недопущення випадків виробничого травматизму з летальними наслідками необхідно ідентифікувати ризики та небезпечні чинники на робочих місцях та обґрунтувати методи керування ними. Тому розробка і використання методів ідентифікації ризиків та небезпечних чинників на робочих місцях, зокрема під час експлуатації електричного обладнання (ЕО), які базуються на моделюванні процесів їх формування є актуальним завданням для підприємств електроенергетики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми ризиків електротравмування на об'єктах підприємств електроенергетики досліджували у працях [1; 4]. Встановлено, що найбільша частка нещасних випадків зі смертельними наслідками припадає на ураження електричним струмом (55 % від загальної кількості). Найбільша кількість зі смертельних травм в енергетичній галузі, за даними статистики, припадає на електротравми. За даними досліджень [1; 4; 16] в енергетиці електротравматизм здебільшого виникає під час експлуатації зовнішніх електроустановок, зокрема трансформаторних підстанцій, повітряних ліній електропередавання, конденсаторних та перетворювальних пристроїв. Аналіз причин травматизму за місцем їх виникнення свідчить про те, що 53 %

електротравм виникло під час експлуатації зовнішніх електроустановок, решта 47 % електротравм сталося у приміщеннях. Найбільш травмонебезпечними професіями на підприємствах електроенергетики були електрослюсар з ремонту електрообладнання та електромонтер. Однак автори досліджень не аналізують небезпечні дії та ситуації, які стали причинами травмування працівників.

Це зумовлює потребу вдосконалення управління охороною праці на підприємствах електроенергетики, зокрема слід розробити заходи для мінімізації ризиків електротравматизму. Для обґрунтування рішень щодо мінімізації ймовірності електротравмування та професійно зумовлених захворювань від електричної енергії та для оцінювання ризику електротравматизму доцільно застосовувати причинно-наслідкову модель ризику електротравмування персоналу під час технічного обслуговування та ремонту електроустановок та ін.

Дослідження щодо розробки, удосконалення і використання методів аналізу процесів формування, виникнення аварій та виробничих травм наведені в багатьох наукових роботах вітчизняних і закордонних науковців [3; 14]. Ці та інші методи ґрунтуються на ретельному аналізі небезпечних ситуацій, обставин та умов їх утворення і розвитку [3; 13; 20]. Такий підхід дає змогу розробити заходи для уникання дії потенційних небезпечних чинників ще до початку виникнення травмонебезпечних чи розвитку катастрофічних ситуацій. Методи побудови схем відмов і помилок операторів різних складних систем передбачають також математичну обробку моделей з метою одержання кількісних значень ймовірностей небажаних випадкових подій [15; 18]. Визначені параметри рівня безпеки можна використати під час планування організаційних заходів і розробки та вдосконалення конструкцій технічних засобів і пристроїв безпеки, зниження чи уникнення розвитку небезпечних явищ під час їх експлуатації тощо.

У роботі словацьких та чеських науковців [17; 19; 22] запропоновано вивчати ризики виникнення небезпечних ситуацій та розробляти заходи безпеки за допомогою методу експертних оцінок. Такі підходи уможливають визначення ймовірності і наслідків небезпечних подій, а також враховують думку експертів у галузі. Ми запропонували характеристики та значення ймовірностей, результатів, наслідків подій, експертних оцінок та рівні ризиків.

На підставі оцінки рівня ризику обґрунтовують профілактичні заходи, які дають змогу мінімізувати загрози травмування працівників. Запропонована методика може бути використана для дослідження травмонебезпечних виробничих процесів ремонту та обслуговування електроустановок.

Постановка завдання. Метою роботи є обґрунтування переліку можливих професійних ризиків працівників під час виробничих процесів ремонту та обслуговування електричного обладнання, визначення рівнів небезпеки та обґрунтування заходів запобігання.

Виклад основного матеріалу. Методологія аналізу професійного ризику під час виробничих процесів ремонту та обслуговування електричного обладнання ґрунтується на відомих методах аналізу ризику, яку широко застосовують у світовій практиці під час оцінки небезпек. Аналіз професійного ризику передбачає дослідження несприятливих наслідків дій небезпеки на об'єкти впливу та обґрунтування управлінських рішень щодо зменшення рівня ризику.

Під час виробничих процесів ремонту та обслуговування електроустановок працівник виконує високоточну зорову роботу із контролем об'єктів розрізнення розміру 1-0,3 мм. Згідно з Гігієнічною класифікацією за показниками шкідливості та небезпечності, важкості праці та напруженості трудового процесу праця електрика відповідає 3 класу 1 ступеня шкідливості [5].

Для оцінки ризиків потрібно врахувати обставини місця виконання робіт, умови праці, вид та стан обладнання, особливості технологічного процесу та ін. Після ідентифікації ризиків та небезпек на робочих місцях визначають імовірність завдання шкоди та методи, як цьому запобігти.

Ризики та небезпечні чинники на робочих місцях визначають працівники, які організовують виконання роботи на конкретному робочому місці. Ідентифікація ризиків на робочому місці та обґрунтування методів керування ними мають вирішальне значення для створення умов безпечної роботи, що уможливило всім працівникам зробити власний внесок у створення безпечних умов праці на робочих місцях [8; 9; 11].

Після початку російської агресії проти нашої держави ризики працівників підприємств електроенергетики значно зросли. Агресор масовано атакує ракетами та безпілотними літальними апаратами об'єкти підприємств енергетичної інфраструктури України. Рятувальни-

кам і працівникам підприємств електроенергетики доводиться ліквідувати на об'єктах енергетичної інфраструктури аварії, які характерні для військового часу та бойових дій, які не описані у жодному переліку небезпек мирного часу. У результаті є нагальна потреба перегляду чинних нормативних документів. Результати перегляду чинних нормативних документів із імовірними небезпеками та ризиками військового часу потрібно фіксувати у картках ідентифікації небезпек та оцінки ризиків на робочих місцях, з якими потрібно ознайомити працівників, а також мають ознайомлюватися й інші зацікавлені особи, зокрема відвідувачі та працівники підрядних організацій.

Ідентифікація ризиків і небезпечних чинників на робочих місцях та обґрунтування методів керування ними має вирішальне значення для створення умов безпечної роботи, що дає змогу всім працівникам робити власний внесок у створення безпечних умов праці на робочих місцях. Тому розробка методів ідентифікації ризиків та небезпечних чинників на робочих місцях, зокрема під час експлуатації електричного обладнання, які базуються на моделюванні процесів їх формування, – актуальне завдання для підприємств електроенергетики.

Небезпеки під час експлуатації електричного обладнання у вигляді різних негативних чинників можуть виникати практично скрізь на підприємствах електроенергетики [10]. Враховуючи те, що у таких підприємствах експлуатують багато різного електричного обладнання, яке створює шкідливі та небезпечні чинники на робочих місцях і які впливають на працівників, виникає потреба детальніше їх проаналізувати.

Шкідливі та небезпечні виробничі чинники під час експлуатації електричного обладнання у підприємствах електроенергетики нерозривно пов'язані між собою. У результаті тривалого або короткочасного впливу на працівника вони призводять до зниження працездатності, погіршення стану здоров'я, виробничих захворювань або до травмування. У підприємствах електроенергетики з такими умовами праці під час експлуатації електричного обладнання різні нещасні випадки відбуваються досить часто.

Межа між шкідливими та небезпечними виробничими чинниками досить умовна. За певних умов шкідливі виробничі чинники можуть стати небезпечними. Так, наприклад, підвищена вологість повітря є параметром несприятливих виробничих умов праці, які можуть зумовити різні захворювання дихальної системи працівника. Якщо працівнику доводиться за таких умов працювати з електричним струмом,

обслуговувати електрообладнання, то шкідливий виробничий чинник стає небезпечним.

Ідентифікуючи небезпеки і оцінюючи ризики під час обслуговування електричного обладнання відповідно до вимог нормативних документів, фахівці повинні комплексно враховувати всі небезпеки та ризики, які присутні на кожному робочому місці, а також особливості організації технологічних процесів.

Ідентифікація небезпек на робочому місці полягає у визначенні всіх об'єктів, ситуацій або дій (чи їх поєднання), що притаманні обслуговуванню електричного обладнання та є потенційно загрозливими для здоров'я працівників.

Для проведення робіт з ідентифікації небезпек потрібно визначити, які вхідні дані буде використано, а також способи та джерела їхнього отримання. Основними вхідними даними для проведення таких робіт під час обслуговування електричного обладнання є:

- вимоги нормативних документів у сфері охорони праці;
- результати атестації робочих місць обслуговування електричного обладнання за умовами праці;
- дані щодо розслідування інцидентів, які виникали під час обслуговування електричного обладнання;
- результати попереднього визначення небезпек і оцінювання ризиків під час обслуговування аналогічного електричного обладнання;
- дані, отримані під час опитування працівників та зацікавлених сторін, щодо ризиків і заходів безпеки під час обслуговування електричного обладнання;
- дані щодо організації робочого місця під час обслуговування електричного обладнання, маршрути руху;
- технічні характеристики електричного обладнання, дані про небезпечні режими роботи, матеріали тощо.

До основних способів і джерел отримання вхідних даних належать:

- аналіз основних причин небезпечних ситуацій, які виникали під час обслуговування електричного обладнання;
- спостереження за режимами і методами роботи електричного обладнання;
- опитування фахівців щодо небезпек під час експлуатації електричного обладнання;
- аналізування причин інцидентів під час експлуатації електричного обладнання;
- моніторинг і оцінювання можливих небезпечних хімічних, фізичних та ін. чинників під час роботи електричного обладнання;

- оцінювання стану роботи електричного обладнання з позиції можливого виникнення небезпечної ситуації;

- аналіз документації з охорони праці, зокрема нормативно-правових актів, інструкцій з охорони праці під час обслуговування електричного обладнання;

- аналіз креслень, схем розміщення електричного обладнання тощо, а також технічних паспортів підприємств-виробників електричного обладнання, тощо.

Під час ідентифікації небезпек потрібно розглядати небезпечні ситуації, які постійно наявні за нормальних умов роботи електричного обладнання, а також інші небезпеки, вплив яких можливий за умови відхилення від нормальних режимів та умов роботи електричного обладнання і особливо за аварійних ситуацій.

Неплановими ситуаціями під час обслуговування електричного обладнання можуть бути:

- тимчасові зміни виробничого процесу використання електричного обладнання;
- порушення роботи мереж електро-, водо-, тепло-, газопостачання;
- екстремальні погодні умови під час обслуговування електричного обладнання, яке розміщене на відкритій місцевості (трансформаторні підстанції, лінії електропередач та ін.);
- надзвичайні ситуації, зумовлені діями ворога у військовий час.

У процесі ідентифікації небезпек потрібно врахувати ситуації, коли джерело небезпеки безпосередньо не пов'язане з обслуговуванням електричного обладнання на робочому місці, а небезпека може вплинути на працівника від сусідніх робочих місць. Тому під час ідентифікації небезпек потрібно врахувати небезпечні чинники, які також можуть виникнути поблизу робочого місця [12; 21].

За результатами ідентифікації небезпек мають бути встановлені небезпеки (об'єкт, ситуація чи дія, або їх поєднання), місце, де виникає небезпека (вид електричного обладнання, робоче місце), вид робіт, операцій, під час виконання яких виникає небезпека обслуговування електричного обладнання; працівники, які наражаються на небезпеку, а також усі інші працівники, які мають доступ до місця виникнення небезпеки.

До додаткової інформації для оцінювання ризиків відносять докладні відомості про місце виконання роботи, відстань до іншого робочого місця, яке може мати небезпечний вплив на працівника; професійна підготовленість і досвід працівника, який виконує роботи з підвищеною небезпекою; перебування поблизу електричного обладнання інших осіб, які можуть постраждати

від робіт з підвищеною небезпекою; відомості інструкцій щодо робіт з підвищеною небезпекою; інструкції виробників з експлуатації електричного обладнання та його технічного обслуговування; наявність на робочому місці системи вентиляції, засобів індивідуального та колективного захисту [6] та інших можливих засобів, у т.ч. комплексної автоматизованої системи безпеки.

Мету оцінювання ризиків досягають виконанням завдань із визначення величини ризиків, їх можливих наслідків і ймовірностей виникнення, прийняття рішень щодо прийнятності чи неприйнятності цих ризиків.

Критерієм вибору методу оцінювання ризиків є їхні цілі, а також фахова компетентність працівників, потреба в ресурсах та ін. Найчастіше ризик оцінюють за допомогою методів на основі експертної оцінки фахівців галузі. За результатами оцінювання ризиків встановлюють обсяг ризику та визначають неприйнятні роботи. Таку інформацію використовують під час визначання черговості запровадження заходів безпеки. Окрім того, результати оцінювання ризиків уможливають визначення доцільності заходів безпеки та потребу в їх удосконаленні чи запровадженні інших заходів безпеки.

Однією із основних професій, працівники яких задіяні під час виробничих процесів на підприємствах електроенергетики, є електромонтери з ремонту та обслуговування електрообладнання (РОЕ). До функціональних обов'язків електромонтера з РОЕ належить обслуговування силових електричних і освітлювальних установок, перевірка, розбирання і складання схем керування електроустаткуванням, підключення до електричної системи нового обладнання, його перевірка, періодичний нагляд за його роботою.

Для оцінки безпечності роботи електромонтера з РОЕ потрібно обґрунтувати перелік можливих ризиків, визначити їхні рівні та розробити проект заходів щодо їх запобігання під час ремонту та обслуговування електричного обладнання.

Для аналізу професійних ризиків розглянемо основні види загроз у процесах ремонту та обслуговування електричного обладнання, які зумовлені: 1) недоліками допуску до роботи електромонтера або порушенням ним вимог безпеки; 2) недоліками забезпечення електромонтера інструментами, спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту, а також їх несправністю; 3) недоліками щодо організації робіт з ремонту та обслуговування електроустаткування.

Ризик виникнення таких небезпечних ситуацій можна оцінити як поєднання важкості наслідків та ймовірності виникнення небезпечної ситуації під час виробничої діяльності. Для розрахунку характеристик і значень ймовірностей, результатів, наслідків подій і рівнів ризику було використано методуку, описану в роботах [19; 22]. Рівень ризику R розраховують за формулою:

$$R = P * D * V, \quad (1)$$

де P – ймовірність виникнення події; D – результат виникнення події; V – експертні рішення щодо рівня впливу ймовірності подій та наслідків на ризик.

Результати визначення ймовірностей виникнення події, її результат із відповідними характеристиками та розраховані значення рівнів ризику, а також запропоновані заходи безпеки подано у табл. 1–3.

Аналіз даних табл. 1–3 свідчить про те, що ступінь базового ризику виникнення небезпечних ситуацій ураження працівника електричним струмом, який зумовлений недоліками допуску до роботи електромонтера або порушенням ним вимог безпеки, а також недоліками організації робіт з ремонту та обслуговування електроустаткування, становить по 48 балів, що відповідає середньому рівню – ризик не може бути прийнятним без запровадження захисних заходів.

Ступінь базового ризику виникнення небезпечної ситуації ураження працівника електричним струмом, який зумовлюються недоліками забезпечення інструментами, спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту, а також їх несправностями, становить 54 бали, що відповідає високому ризику та низькому рівню безпеки, існує значна ймовірність нещасних випадків та несприятливих подій.

Такий високий рівень ризику свідчить про те, що навіть за умов виконання чинних вимог нормативних документів щодо безпеки праці під час ремонту та обслуговування електроустаткування, внаслідок дії чинників ймовірнісного характеру, можуть виникати небезпечні ситуації травмування працівників. Це зумовлює потребу використання додаткових заходів безпеки.

Для зниження ймовірності виникнення тяжких травм слід проєктувати відповідні заходи безпеки, щоб можна було уникнути небезпек. Заходи безпеки вибирають починаючи від таких, які спрямовані на повне усунення небезпек на робочому місці і завершують застосуванням відповідних засобів індивідуального захисту (рис.).

Таблиця 1. Небезпечні чинники, зумовлені недоліками допуску до роботи електрика або порушенням ним вимог безпеки

Table 1. Dangerous factors caused by shortcomings in the electrician's work permit or his violation of safety requirements

Опис загрози	Значення			
	P	D	V	R
До роботи електриком допущена особа, яка не відповідає вимогам за станом здоров'я	3	4	4	48
До роботи електриком допущена особа, яка має кваліфікаційну групу з електробезпеки нижче третьої, або не пройшла вступного інструктажу з охорони праці, пожежної безпеки, первинного інструктажу з безпеки робіт або не пройшла стажування під керівництвом досвідченого, висококваліфікованого електрика				
Електрик не використовує спецодяг та інші засоби індивідуального захисту, хоча ними забезпечений				
Електрик виконує монтажні і ремонтні роботи електричних мереж і пристроїв, а також роботи з приєднання і роз'єднання проводів, замінює несправні запобіжники без зняття напруги				
Електрик перед початком роботи не перевіряє справність електрообладнання або справність ізоляції проводів електроінструменту, переносних ламп, понижуючих трансформаторів на відсутність замикання на корпус, на цілісність заземлюючого проводу, стан ізолюючих підставок або решіток, пускових приладів, заземлення тощо				
Електрик вмикає електродвигуни або електроінструмент, або прилади електричного освітлення до електромережі шляхом скручування проводів без використання призначених для цього апаратів і приладів (кнопок, автоматичних вимикачів, рубильників, пускачів магнітних)				
Електрик перед початком роботи не перевіряє справність ручного інструменту (держаків кусачок і плоскогубців, робочої частини викрутки, стан гайкових ключів тощо), застосовує труби як продовжувачі ключів				
Електрик не відрегулював місцеве освітлення для відповідного освітлення робочої зони				
Електрик не відімкнув подачі напруги і (або) не вжив заходів, що перешкоджають помилковому або довільному включенню комутаційної апаратури для подачі напруги до місця роботи				
Електрик під час підготовки робочого місця до операцій з частковим або повним зняттям напруги не приєднав переносні заземлення до заземлюючого пристрою і (або) не ввімкнув заземлюючі ножі або не обгородив струмоведучі частини, що залишилися під напругою або не перевіряв показником напруги або переносним вольтметром відсутність напруги в електроустановках до 1000 В або не перевіряв наявність заземлення електроустановок при напрузі 500 В і вище або виконуючи роботи на відключеній частині електроустановки не забезпечив заземлення з усіх боків, звідки може бути подана напруга, включаючи і зворотну трансформацію				
Електрик накладає або знімає заземлення затискачами переносного заземлення без діелектричних рукавиць та без допомоги штанги із ізоляційного матеріалу і (або) знімає переносне заземлення спочатку від'єднуючи від заземлюючого пристрою				
Електрик, виконуючи роботи в електроустановках, у яких накладання заземлення небезпечне або неможливе (деякі розподільники, контрольно-розподільні пристрої тощо) не замкнув на замок привід роз'єднувача або не обгородив ножі або верхні контакти роз'єднувачів гумовими ковпаками або жорсткими ізоляційними накладками				

Таблиця 2. Небезпечні чинники, зумовлені недоліками забезпечення електрика інструментами, спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту, а також їх несправністю
Table 2. Dangerous factors caused by deficiencies in providing the electrician with tools, special work clothes and other means of personal protection, as well as their malfunction

Опис загрози	Значення			
	P	D	V	R
Електрик не забезпечений спецодягом і (або) засобами індивідуального захисту від ураження електричним струмом (діелектричними рукавичками, діелектричними килимами і ботами, інструментами з ізованими ручками)	4	4	4	54
Засоби індивідуального захисту від ураження електричним струмом, якими забезпечений електрик не перевірені та не випробувані, мають тріщини, розриви тощо				
Під час ремонту електрообладнання напруга для переносних світильників перевищує 42 В і (або) штепсельні вилки, що застосовують у мережах з напругою 12 і 42 В використовують у мережах з великою номінальною напругою і (або) електричні проводи не захищені від механічних пошкоджень ізоляції, від дотику до гарячих поверхонь, сталевих канатів, шлангів газової полум'яної апаратури, масел та кислот тощо				
Електрик під час робіт з частковим або повним зняттям напруги не забезпечений плакатами «Не вмикати – робота на лінії», «Не вимикати – працюють люди», «Не відкривати – працюють люди»				

Таблиця 3. Небезпечні чинники, зумовлені недоліками організації робіт з ремонту та обслуговування електроустаткування
Table 3. Dangerous factors, caused by shortcomings in the organization of work on repair and maintenance of electrical equipment

Опис загрози	Значення			
	P	D	V	R
Пуск електрообладнання, яке тимчасово відключене за заявкою персоналу, відбулося без перевірки готовності до прийняття напруги і без попередження персоналу, який працює на ньому	3	4	4	48
Не вимкнені вимірювальні трансформатори низької сторони, що призвело до трансформації напруги з низької сторони на високу				
Вмикання електроустановки, що автоматично вимкнулася без з'ясування та усунення причин її вимкнення				
Знаки безпеки, написи, плакати, засоби огороження та заземлення зняті без дозволу керівника робіт				
Електрообладнання увімкнено без відома особи, яка подала заявку на вимкнення, або особи, що замінила її, або уповноваженої особи, яка у цей час її замінює				

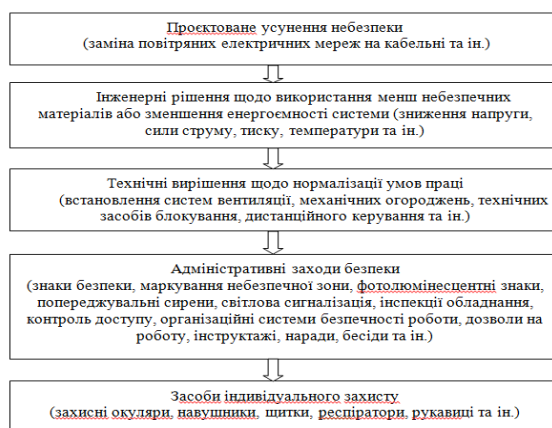


Рис. Черговість вибору заходів безпеки операцій експлуатації електричного обладнання
Fig. The sequence of selection of safety measures for electrical equipment operation

За результатами оцінювання ризиків під час експлуатації електричного обладнання визначають адекватність наявних заходів безпеки, потребу їх удосконалення чи запровадження інших заходів безпеки.

До заходів, спрямованих на повне усунення небезпек, належать такі, які повністю усувають з виробництва небезпечне електричне обладнання та встановлюють більш досконале та безпечне, наприклад, замінюють повітряні елек-

тричні лінії на кабельні. Однак це потребує значних капіталовкладень і тому такі проекти застосовують досить обмежено.

До інженерних рішень належать заміна небезпечних матеріалів менш небезпечними, зменшення енергоємності обладнання за рахунок зниження напруги, сили струму, тиску, температури тощо.

Заходи безпеки, які базуються на запровадженні технічних рішень для усунення небезпечних чинників, передбачають встановлення систем вентиляції, механічного огороження небезпечних частин електричного обладнання, аварійного блокування його роботи, звукового сповіщення про небезпеку та ін.

Якщо немає змоги усунути небезпеки електричного обладнання попередніми методами, відповідно застосовують організаційні (адміністративні) заходи безпеки, які полягають у встановленні попереджувальних написів, знаків безпеки, маркування небезпечних зон, попереджувальної звукової і світлової сигналізації тощо. Також організаційними (адміністративними) заходами можна вважати запровадження безпечних методів експлуатації електричного обладнання, періодичний контроль технічного стану обладнання, контроль доступу до електричного обладнання, удосконалення систем безпечності роботи, дозволи на роботу, проведення інструктажів тощо.

Якщо небезпеки експлуатації електричного обладнання на робочому місці цілком не усунуті, то потрібно використовувати засоби індивідуального захисту, а саме захисні окуляри, навушники, респіратори, рукавиці тощо.

Для досягнення задовільного рівня безпеки експлуатації електричного обладнання на робочому місці може бути застосований як окремих захід безпеки, так і їх групування, тобто використання кількох, різного спрямування. Якщо немає змоги усунути ризик небезпеки експлуатації електричного обладнання на робочому місці, то розглядають можливість його зниження до прийняттого рівня, який визначають у підприємстві з врахуванням правових зобов'язань та державної політики у сфері охорони праці.

Під час обґрунтування заходів безпеки експлуатації електричного обладнання на робочому місці потрібно враховувати:

рекомендації нормативних документів, в яких зазначено заходи безпеки для конкретних небезпек;

передовий досвід підприємств та новітні досягнення щодо застосування заходів безпеки експлуатації електричного обладнання;

можливості застосування засобів колективного захисту працівників;

необхідність поєднання різних заходів безпеки, зокрема технічних засобів захисту працівників та засобів індивідуального захисту;

наявність на підприємстві фінансових ресурсів для запровадження певного заходу безпеки.

Висновки

1. На об'єктах підприємств електроенергетики найбільша частка нещасних випадків зі смертельними наслідками припадає на ураження електричним струмом (55 % від загальної кількості). Електротравматизм здебільшого виникає під час експлуатації зовнішніх електроустановок (53 %), зокрема трансформаторних підстанцій, повітряних ліній електропостачання, конденсаторних та перетворювальних пристроїв. Найбільш травмонезбезпечними професіями на підприємствах електроенергетики були електрослюсар з ремонту електрообладнання та електромонтер. Для зниження виробничих ризиків та недопущення випадків виробничого травматизму необхідно ідентифікувати ризики та небезпечні чинники на робочих місцях та обґрунтувати методи керування ними. Розробка методів ідентифікації ризиків та небезпечних чинників на робочих місцях, зокрема під час експлуатації електричного обладнання, які базуються на моделюванні процесів їх формування, є актуальним завданням.

2. Ризик виникнення небезпечних ситуацій можна оцінити як поєднання важкості наслідків та ймовірності виникнення небезпечної ситуації під час виробничої діяльності. Обґрунтовано професійні ризики та основні види загроз у процесах ремонту та обслуговування електроустаткування, які зумовлені недоліками допуску до роботи електромонтерів або порушеннями ним вимог безпеки, недоліками забезпечення електромонтерів інструментами, спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту, а також їх несправностями, недоліками щодо організації проведення робіт з ремонту та обслуговування електроустаткування. Встановлено, що ступінь базового ризику виникнення небезпечних ситуацій ураження працівника електричним струмом, який зумовлюються недоліками допуску до роботи електромонтера або порушенням ним вимог безпеки, а також недоліками організації робіт з ремонту та обслуговування електроустаткування, становить по 48 балів, що відповідає середньому рівню – ризик не може бути прийнятним без запровадження захисних заходів. Ступінь базового ризику через недоліки забезпечення інструментами, спецодягом та іншими

засобами індивідуального захисту, а також їх несправностями, становить 54 бали, що відповідає високому ризику. Відповідно, за умови виконання чинних вимог нормативних документів щодо безпеки праці під час ремонту та обслуговування електроустаткування, внаслідок дії чинників ймовірного характеру, можуть виникати небезпечні ситуації травмування працівників.

3. За результатами оцінювання ризиків під час експлуатації електричного обладнання визначають адекватність планованих заходів безпеки, потребу їх удосконалення чи запровадження інших заходів безпеки. Для зниження ймовірності виникнення травмонебезпечних ситуацій і пов'язаних з ними збитків планують відповідні заходи безпеки – від таких, що спрямовані на повне усунення небезпек на робочому місці і до таких, що передбачають застосування засобів індивідуального захисту. Узагальнено елементи обґрунтування заходів безпеки експлуатації електричного обладнання на робочому місці.

Бібліографічний список

1. Бондаренко Є. А., Вишневський С. Я., Бондаренко А. Є. Сучасний стан електротравматизму в енергетичній галузі. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2021. № 3. С. 18–23. DOI: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2021-156-3-18-23>.
2. Войналович О., Тимочко В., Гнатюк О., Городецький І.М. Визначення ризику травмування під час тракторних робіт на основі дефектоскопічного контролю. *Вісник Львівського національного аграрного університету: Агроінженерні дослідження*. 2019. № 23. С. 131–136. DOI: <https://doi.org/10.31734/agroengineering2019.23.131>.
3. Городецький І., Мазур І., Городецька Н., Березовецький А. Вплив обставин на формування небезпечних ситуацій аграрного виробництва. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія Агроінженерні дослідження*. 2017. № 21. С. 162–166.
4. Городецький І., Тимочко В., Магац М., Мазур І., Березовецький А., Мазурак М. Аналіз стану виробничого травматизму, як передумова управління процесами формування небезпечних подій. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія Агроінженерні дослідження*. 2023. № 27. С. 127–137. DOI: <https://doi.org/10.31734/agroengineering2023.27.127>.
5. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу»: Наказ Міністерства охорони здоров'я України 08.04.2014 р. № 248. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text> (дата звернення: 10.03.2024).
6. ДСТУ 7239:2011. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. [Чинний від 02.02.2011]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2011. 20 с.
7. Інформація про травматизм на підприємствах паливно-енергетичного комплексу. URL: <https://mev.gov.ua/storinka/informatsiya-pro-travmatyzm-na-pidpryyemstvakh-palyvno-enerhetychnoho-kompleksu> (дата звернення 28.04.24).
8. Порядок розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/337-2019-%D0%BF#Text> (дата звернення: 21.04.2024).
9. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві: затв. наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 р. № 1240. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1090-18#Text> (дата звернення: 10.03.2024).
10. Правила безпечної експлуатації електроустановок. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0011-98#Text> (дата звернення 28.04.24).
11. Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій: наказ Міністерства охорони здоров'я України від 21.05.2007 р. № 246. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-07#Text> (дата звернення: 15.03.2024).
12. Профілактика виробничого травматизму та професійних захворювань. URL: <http://www.fssu.gov.ua/fse/control/main/uk/publish/article/968023> (дата звернення: 22.04.2024).
13. Тимочко В. О., Городецький І. М., Березовецький А. П. Оцінка ризику під час роботи на металообробних верстатах токарної групи. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2018. № 22. С. 22–29.
14. Bujna M., Dostal P. Assessment of selected equipment by method FTA. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis*. 2017. No. 5(65). P. 1655–1661.
15. Bujna M., Prístavka M., Lee C. K., Borusiewicz A., Samociuk W., Beloev I., Malaga-Toboła U. Reducing the Probability of Failure in Manufacturing Equipment by Quantitative FTA Analysis. *Agricultural Engineering*. 2023. Vol.27,

- No. 1. Pp. 255–272. <https://doi.org/10.2478/agriceng2023-0019>.
16. News release. Bureau of Labor Statistics. US Department of Labor. URL: <https://www.bls.gov/news.release/pdf/cfoi.pdf> (date of application: 21.04.2024).
17. Occupational safety and health indicators. URL: <https://ilostat.ilo.org/topics/safety-and-health-at-work/> (date of application: 21.04.2024).
18. Pačaiová H., Andrejiová M., Balažiková M., Tomašková M., Gazda T., Chomová K., Hijj J., Salaj L., 2021. Methodology for complex efficiency evaluation of machinery safety measures in a production organization. *Applied Sciences*. Vol. 11, No. 1, article no. 453. DOI: 10.3390/app1101045.
19. Risk Assessment of Handling Loads in Production Process / E. Jankajova, M. Kotus, T. Holota, M. Zach. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis*. 2016. No 2(64). Pp. 449–453.
20. Tymochko V.O., Horodetskyi, I.M., Ber ezovetskyi, A.P., Voynalovich, O.V., Visyn, O.O. Analysis of safety regulations for mechanized spraying of agricultural crops. *Machinery and Energetics*. 2021. No. 12(2). Pp. 23–31.
21. Žitňák M., Lendelová J., Pivarčiová Z., Kieľbasa P., Dostál P. Possibilities of Noise Load Elimination in Production. *Acta Technologica Agriculturae*. 2023. No 26(1). Pp. 42–48.
22. Žitňák M., Korenko M., Shchur T., Kazán Ľ., Mazur M. Risk Management in Manufacturing Practice Using the Point Method. *System Safety: Human - Technical Facility – Environment*. 2023. No 5(1). Pp. 318–331.

Стаття надійшла 12.07.2024