

<https://doi.org/10.31649/1997-9266-2021-156-3-18-23>

УДК 621.3:331.45

Є. А. Бондаренко¹
С. Я. Вишневський¹
А. Є. Бондаренко¹

СУЧАСНИЙ СТАН ЕЛЕКТРОТРАВМАТИЗМУ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ ГАЛУЗІ

¹Вінницький національний технічний університет

В статті подані статистичні дані щодо динаміки подій, які призвели до нещасних випадків зі смертельним наслідком пов'язаних з виробництвом протягом 2017—2020 рр. Ці дані свідчать про проблему ризику електротравмування в Україні. Підвищення рівня ризику електротравматизму стосується в першу чергу підприємств електричних станцій, підстанцій та електричних мереж надвисокої напруги, які знаходяться у сфері управління Міністерства енергетики України у зв'язку з експлуатацією великої кількості силового та комутаційного обладнання, яке відпрацювало чимало років і потребує реконструкції та збільшення кількості проведення ремонтних робіт. Тому визначення сучасного стану електротравматизму зі смертельними наслідками на підприємствах паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) України щодо розробки пропозицій з модернізації системи управління охороною праці в енергетичній галузі є актуальною задачею. Аналіз сучасного стану виробничого травматизму зі смертельними наслідками на підприємствах України показав, що за 2018—2019 роки в енергетичній галузі України спостерігається тенденція до зростання рівня смертельного виробничого травматизму. Так за видами подій протягом 2019 р., найбільша кількість нещасних випадків зі смертельними наслідками в енергетичній галузі, припадає на ураження електричним струмом (55 % від загальної кількості загиблих на підприємствах галузі). Основною метою модернізованої системи управління охороною праці в енергетичній галузі, як випливає з проведених досліджень, є мінімізація ризику електротравматизму в електроустановках надвисоких класів напруги. Модернізація системи управління охороною праці в енергетичній галузі повинна досягатися завдяки впровадженню замкнутого циклічного інформаційного контуру, який містить послідовність логічно обґрунтованих рішень направлених на мінімізацію ризику появи електротравми та професійно зумовлених захворювань від дії електричної енергії. Для оцінювання ризику електротравматизму доцільним є причинно-наслідкова модель ризику електротравмування персоналу під час технічного обслуговування та ремонту електроустановок, основою якої є причинно-наслідкові зв'язки електротравмування.

Ключові слова: електроенергетика, електроустановки, електрична енергія, виробничий травматизм, ризик, охорона праці.

Вступ

Виробничий травматизм давно став однією з найважливіших медико-соціальних проблем всіх країн світу, зокрема і України. Так за оцінками Міжнародного бюро праці щорічно нещасні випадки на виробництві і професійні захворювання забирають життя приблизно 2 млн осіб 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 [1].

Сучасний стан промислової безпеки і 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 електротравматизму [2].

Аналіз наукових досліджень [3]—[8], з проблематики виробничого травматизму в Україні показав, що незважаючи на значний науковий та практичний внесок вітчизняних науковців у вивчення різних аспектів виробничого травматизму і розроблення профілактичних заходів на державному рівні й на рівні підприємств, проблема виробничого травматизму на підприємствах ПЕК України залишається актуальною та потребує нових підходів до її вирішення.

Метою роботи є проведення аналізу сучасного стану виробничого травматизму зі смертельними наслідками на підприємствах ПЕК України щодо розробки пропозицій по модернізації системи управління охороною праці в енергетичній галузі.

Результати дослідження

Для вивчення виробничого травматизму авторами використано масив даних про потерпілих від нещасних випадків на виробництві, зокрема зі смертельними наслідками, на яких складено акти за формою Н-1/П, наданих на офіційних сайтах Державної служби праці України [9], робочих органів виконавчої дирекції Фонду соціального страхування України [10] та за офіційними даними міністерства ПЕК України [11].

Відповідно до [9], на рис. 1 проказана динаміка подій, що спричинили нещасні випадки зі смертельним наслідком за 12 місяців 2017—2020 рр. (% від загальної кількості загиблих).

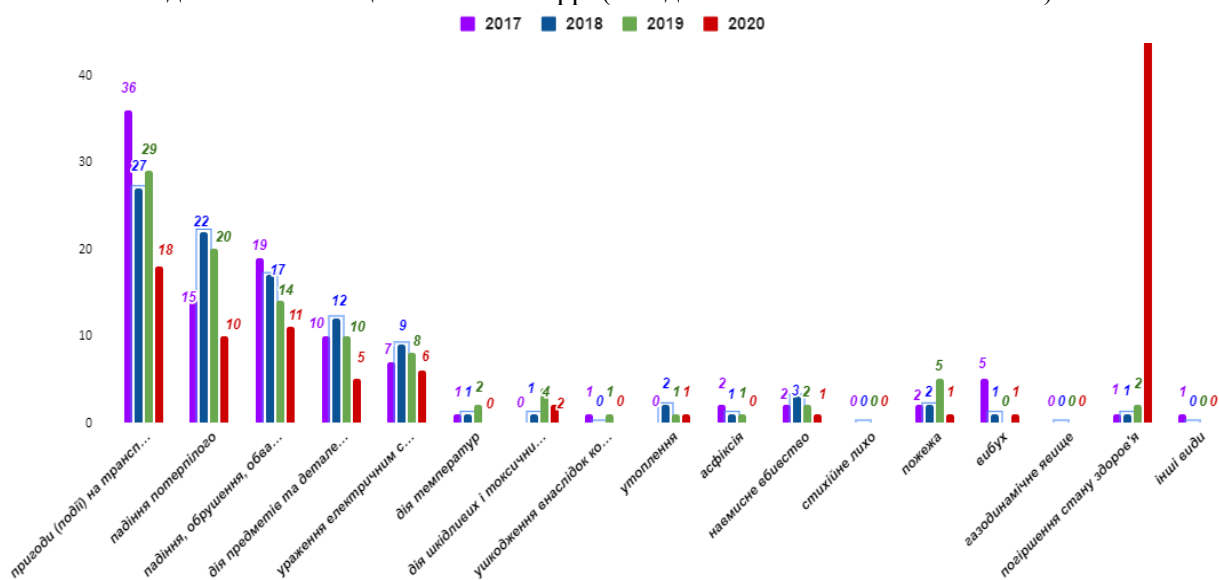


Рис. 1. Динаміка подій, що спричинили нещасні випадки зі смертельним наслідком за 12 місяців 2017—2020 рр. (% від загальної кількості загиблих)

Подані на рис. 1 статистичні дані свідчать, що до переважних подій, які призвели до нещасних випадків зі смертельним наслідком, пов'язаних з виробництвом в Україні, протягом 2017—2020 рр., належать: пригоди (події) на транспорті; падіння потерпілого; обрушення, обвалення предметів; ураження електричним струмом (електричні травми). Тобто, протягом останніх років в Україні існує серйозна проблема з електротравматизмом. Електричні травми (електротравми) пов'язані з дією електричної енергії та факторів, що її характеризують на організм людини. За кожною електротравмою, і особливо тяжкою, стоїть трагедія особи, сім'ї, суспільства, значні матеріальні втрати і втрати трудових ресурсів, несприятливі для суспільства морально-етичні та соціально-політичні наслідки. Підвищення рівня ризику електротравматизму, згідно з [2], стосується першочергово робітників електричних станцій, підстанцій та підприємств електричних мереж надвисокої напруги, які знаходяться у сфері управління Міністерства паливно-енергетичного комплексу України.

З урахуванням масиву даних на рис. 2 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. На рис. 3 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.

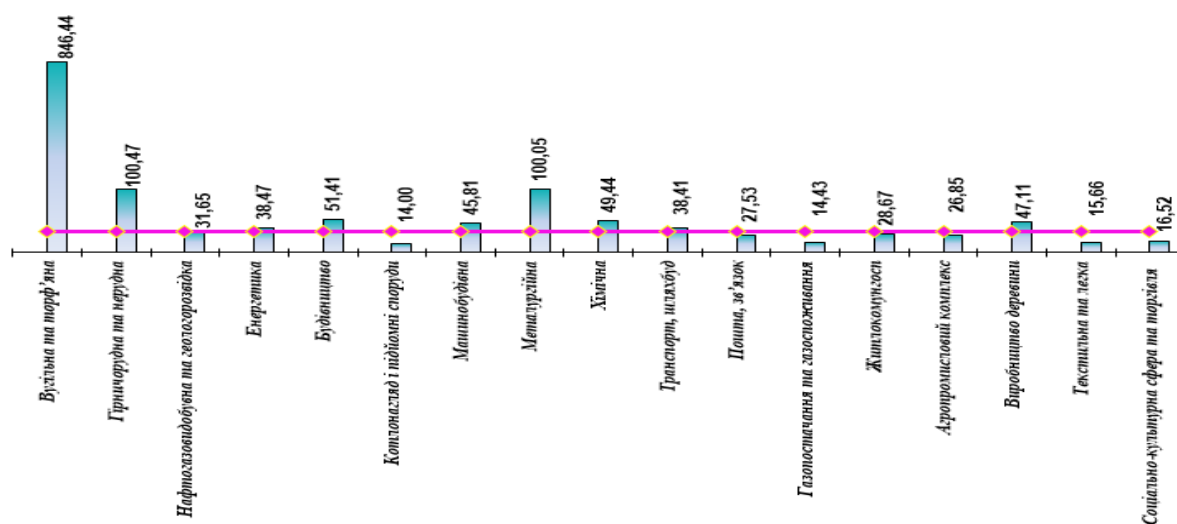


Рис. 2. Стан виробничого травматизму за показником рівня (з розрахунку кількості травмованих на 100 000 працюючих) у 2019 році

Аналіз оперативних даних на рис. 1 та рис. 2 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 (з 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.

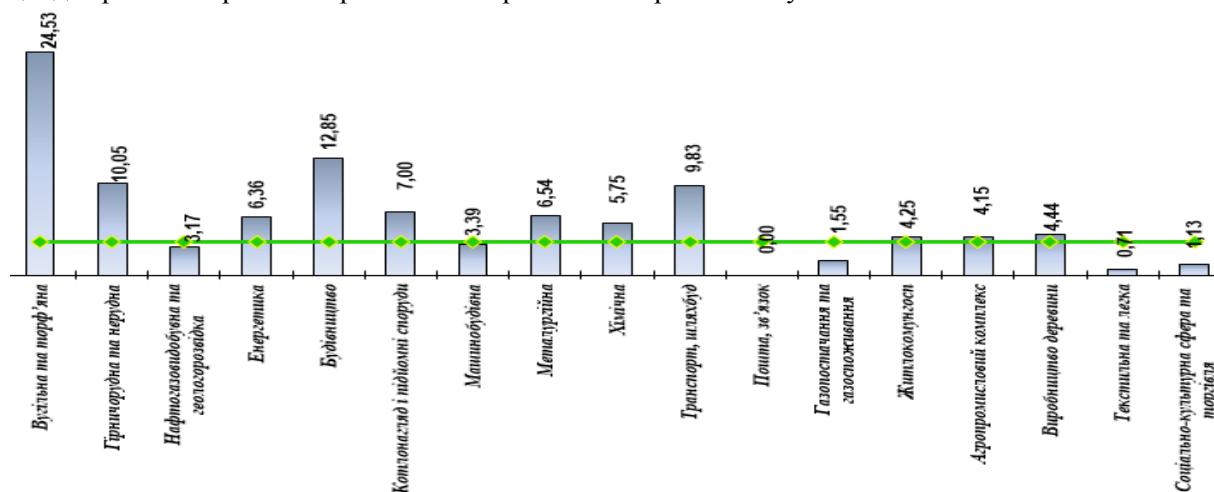


Рис. 3. Стан виробничого травматизму зі смертельним наслідком за показником рівня (з розрахунку кількості травмованих на 100 000 працюючих) у 2019 році

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. В енергетиці електротравматизм першочергово зумовлений експлуатацією зовнішніх електроустановок, до яких належать трансформаторні підстанції високої напруги, повітряні лінії електропостачання, конденсаторні та перетворювальні установки. Домінуюче значення такого чинника випливає з аналізу причин травматизму за місцем їх виникнення: 47 % електротравм отримано в приміщеннях; 53 % — під час експлуатації зовнішніх електроустановок. Найтравмонебезпечнішими професіями на підприємствах енергетичної галузі залишаються: електрослюсар з ремонту обладнання розподільчих пристроїв та електромонтер.

Для запобігання травматизму та підвищення рівня безпеки праці в Україні впроваджено систему управління охороною праці, що закріплено у статті 13 Закону України «Про охорону праці». Це зобов'язує роботодавця створити на кожному робочому місці умови праці відповідно до нормативно-правових актів, та забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці. Але, як показує аналіз сучасного стану травматизму на сьогоднішній день назріла об'єктивна необхідність модернізувати традиційну систему управління охороною праці на підприємствах Міністерства енергетики України. Основною метою модернізованої системи управління охороною праці в енергетичній галузі, як випливає з проведених досліджень, є мінімізація ризику електротравматизму в електроустановках надвисоких класів напруги.

Оцінювання вказаного ризику передбачає основна директива Європейського Союзу 89/391/ЄЕС та підпорядковані їй спеціальні директиви з безпеки праці на робочих місцях (89/654/ЄЕС, 89/655/ЄЕС, 90/269/ЄЕС та ін.).

Ефективне управління системою охорони праці повинно досягається завдяки впровадженню замкнутого циклічного інформаційного контуру, який містить послідовність логічно-обґрунтованих рішень з усунення ланцюга передумов появи електротравми та професійно-обумовлених захворювань від дії електричної енергії [12].

Стан запропонованої системи електробезпеки повинен визначатися комплексом критеріїв, які пов'язують величину ризику електротравматизму зі значенням гранично допустимої електричної енергії, поглинутої тілом працівника, що виконує роботи з електроустановками надвисокої напруги (НВН).

Для оцінювання ризику доцільним є використання причинно-наслідкової моделі ризику електротравмування персоналу у разі технічного обслуговування та ремонту електроустановок НВН, основою якої є причинно-наслідкові зв'язки електротравмування.

Підвищити рівень безпеки персоналу, який взаємодіє з електроустановками, на відміну від існуючих уявлень, повинно досягатися 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; зношення, старіння устаткування) і т. п.

Розробка та реалізація захисних заходів з електробезпеки повинна прийматися з урахуванням запропонованих методів оцінювання ризику електротравматизму та професійно зумовленого захворювання персоналу від дії електричної енергії [13].

Висновки

Аналіз динаміки подій, що призвели до нещасних випадків зі смертельним наслідком за останні чотири роки свідчить про зростання в Україні показника рівня електротравматизму до 8 % від загальної кількості загиблих.

На сьогодні існує об'єктивна необхідність модернізації традиційної системи управління охороною праці на підприємствах ПЕК України. Так за результатом аналізу в період 2018—2019 рр. в енергетичній галузі України спостерігається тенденція до зростання рівня смертельного виробничого травматизму. 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.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] О. Ю. Ніпіаліді, і О. Б. Васильчишин, «Сучасний стан охорони праці в Україні у контексті забезпечення її інноваційного розвитку», *Актуальні проблеми правознавства*, вип. 1, с. 164-169, 2020. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/aprpr_2020_1_27.
- [2] О. Rubanenko, O. Kazmiruk, V. Bandura, V. Matvijchuk, and O. Rubanenko, «Determination of optimal transformation ratios of EES transformers in conditions of incomplete information regarding the values of diagnostic parameters», *Eastern-European Journal of Enterprise Technology*, № 4, pp. 1-8, 2017.
- [3] Т. М. Таїрова, і О. В. Малихін, «Закордонний досвід державного нагляду з промислової безпеки та охорони праці», *Інформаційний бюлетень з охорони праці*, Київ: ДУ "ННДІПБООП", № 2 (73), с. 59-68, 2015.
- [4] S. Machida, "System for Collection and analysis of occupational accidents data," *African Newsletter on Occupational Health and Safety*, vol. 19, № 1, pp. 4-6, 2009.
- [5] І. С. Борисова, Б. В. Мазур, і В. В. Соколенко, «Аналіз показників виробничого травматизму в Україні та Дніпропетровської області за 2017 рік», *Міжнародний медичний журнал*, т. 24, № 3, с. 67-72, 2018. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mmzh_2018_24_3_17.
- [6] Р. І. Пахомов, Г. М. Гасій, І. О. Білоус, і Т. В. Лаврут, «Аналіз, прогнозування та профілактика травматизму з важкими наслідками», *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*, вип. 2, с. 139-144, 2015. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZKhUPS_2015_2_33.
- [7] К. Н. Ткачук, і О. Є. Кружилко, *Прогнозування виробничого травматизму*, моногр. Київ, Україна: Основа, 2014, 345 с.
- [8] Т. М. Таїрова, *Методологічні засади моніторингу виробничого травматизму*, моногр. Київ, Україна: Основа, 2014, 201 с.
- [9] Офіційна веб-сторінка Державної служби України з питань праці. [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://dsp.gov.ua/category/diyalnist/travmatyzm-statystyka-prychynu/>.
- [10] Офіційна веб-сторінка Фонду соціального страхування від нещасних випадків. [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://www.fssu.gov.ua/fse/control/main/uk/publish/article/971983>.
- [11] Офіційна веб-сторінка Міністерства енергетики України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245293124.
- [12] С. А. Бондаренко, «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.
- [13] Y. Bondarenko et al, "Technology of personnel protection from the electromagnetic field in electrical installations of ultrahigh voltage classes," Smailova 3. *Przełqd elektrotechniczny*, r. 96, № 10, pp. 106-110, 2020. Available: http://pe.org.pl/doc/next_issue.

Рекомендована кафедрою електричних станцій та систем ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 20.04.2021

Бондаренко Євгеній Аркадійович — д-р техн. наук, професор, професор кафедри електричних станцій та систем, e-mail: evgeniy.bon@gmail.com ;

Вишневецький Святослав Янович — канд. техн. наук, старший викладач кафедри електричних станцій та систем, e-mail: svyato.vish.ua@gmail.com ;

Бондаренко Артем Євгенійович — студент факультету електроенергетики та електромеханіки, e-mail: artem777masiv@gmail.com .

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Ye. A. Bondarenko¹
S. Ya. Vyshnevskiy¹
A. Ye. Bondarenko¹

The Current State of Electrical Injury in the Energy Industry

¹Vinnitsia National Technical University

Statistical data on the dynamics of events that led to fatal accidents at work in the period 2017—2020 indicate the presence in Ukraine of a serious problem associated with electrical injuries. The increase in the level of risk of electrical injuries is typical for enterprises of power plants, substations and electric networks of extra-high voltage, which are under the control of the Ministry of the Fuel and Energy Complex of Ukraine (FEC). This is due to the operation of a large number of power and switching equipment, which has worked for many years, needs reconstruction and requires an increase in the number

of repair work. Therefore, the analysis of the current state of electrical injuries with fatal consequences at the enterprises of the Ukrainian fuel and energy complex for the development of proposals for improving the occupational safety management system in the energy industry is an urgent task. Analysis of the current state of fatal industrial injuries at Ukrainian enterprises showed that in 2018—2019, there is a tendency to an increase in the level of fatal industrial injuries in the energy sector of Ukraine. According to the types of events during 2019, the largest number of fatal accidents in the energy industry is due to electric shock (55 % of the total number of fatalities at the enterprises of the industry). The main goal of the modernized I management system in the energy industry, as follows from the studies carried out, is to minimize the risk of electrical injuries in electrical installations of ultra-high voltage classes. The modernization of the management system for labor protection in the energy industry will have the introduction of a closed cyclical information loop, which contains a sequence of logical decisions aimed at minimizing the risk of electrical injury and occupational diseases from exposure to electrical energy. To assess the risk of electrical injuries, it is advisable to use a cause-and-effect model of risk for personnel during the maintenance and repair of electrical installations, taking into account the cause-and-effect relationships of electrical injuries.

Keywords: electric power industry, electrical installations, electrical energy, industrial injuries, risk, labor protection.

Bondarenko Yevhenii A. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of Power Plants and Systems, e-mail: evgeniy.bon@gmail.com;

Vyshnevskiy Sviatoslav Ya. — Cand. Sc. (Eng.), Senior Lecturer of the Chair of Power Plants and Systems; e-mail: svyato.vish.ua@gmail.com ;

Bondarenko Artem Ye. — Student of the Department of Power Engineering and Electromechanics, e-mail: artem777masiv@gmail.com

Е. А. Бондаренко¹
С. Я. Вишневский¹
А. Е. Бондаренко¹

Современное состояние электротравматизма в энергетической отрасли

¹Вінницький національний технічний університет

Статистические данные динамики событий, приведших к несчастным случаям со смертельным исходом на производстве в период 2017-2020 годов, свидетельствуют о наличии в Украине серьезной проблемы, связанной с электротравматизмом. Увеличение уровня риска электротравматизма касается в первую очередь предприятий электрических станций, подстанций и электрических сетей сверхвысокого напряжения, которые находятся в сфере управления Министерства топливно-энергетического комплекса Украины (ТЭК), что связано с эксплуатацией большого количества силового и коммутационного оборудования, отработавшего много лет, нуждается в реконструкции и требует увеличения количества проведения ремонтных работ. Поэтому анализ современного состояния электротравматизма со смертельными последствиями на предприятиях ТЭК Украины для разработки предложений по улучшению системы управления охраной труда в энергетической отрасли является актуальной задачей. Анализ современного состояния производственного травматизма со смертельным исходом на предприятиях Украины показал, что за 2018—2019 годы в энергетической отрасли Украины наблюдается тенденция к росту уровня смертельного производственного травматизма. Так по видам событий в течение 2019, наибольшее количество несчастных случаев со смертельным исходом в энергетической отрасли, приходится на поражение электрическим током (55 % от общего количества погибших на предприятиях отрасли). Основной целью модернизированной системы управления охраной труда в энергетической отрасли, как следует из проведенных исследований, является минимизация риска электротравматизма в электроустановках сверхвысоких классов напряжения. Модернизация системы управления охраной труда в энергетической отрасли должна достигаться благодаря внедрению замкнутого циклического информационного контура, который содержит последовательность логически обоснованных решений, направленных на минимизацию риска появления электротравмы и профессионально-обусловленных заболеваний от воздействия электрической энергии. Для оценки риска электротравматизма целесообразно использовать причинно-следственную модель риска электротравматизма персонала при техническом обслуживании и ремонте электроустановок, основой которой является причинно-следственные связи электротравматизма.

Ключевые слова: электроэнергетика, электроустановки, электрическая энергия, производственный травматизм, риск, охрана труда.

Бондаренко Евгений Аркадьевич — д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры электрических станций и систем, e-mail: evgeniy.bon@gmail.com ;

Вишневский Святослав Янович — канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры электрических станций и систем, e-mail: svyato.vish.ua@gmail.com ;

Бондаренко Артём Евгеньевич — студент факультета электроэнергетики и электромеханики, e-mail: artem777masiv@gmail.com