УДК 621.311.25:621.039.58:614.876

Третякова Л.Д., д-р техн. наук, професор
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ВИБІР ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ НА АТОМНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЯХ

Вступ. У паливно-енергетичному комплексі України атомна енергетика виконує системно утворювану, паливно-балансуючу, тарифно-стабілізуючу та природоохоронну функції. Водночас ядерна енергетика досі залишається небезпечною технологією.

Прийняття управлінських рішень на кожному електроенергетичному підприємстві в сфері безпеки завжди скеровано на реалізацію таких умов праці, за яких працівники не наражаються на ризики травматизму, втрати працездатності та виникнення професійних захворювань [1]. Застосування теорії ризиків дає змогу отримувати кількісні характеристики можливої шкоди здоров'ю, порівнювати наслідки впливу різних за своєю природою чинників (наприклад, радіаційних, електричних, хімічних), визначати джерела небезпеки, прогнозувати фактори ризику, впроваджувати заходи їх найефективнішого зниження.

Мета статті – розробка методу оптимального вибору заходів з підвищення безпеки праці на підставі визначеного виробничого ризику.

Основний матеріал. Незадовільні умови праці та робота під впливом небезпечних і шкідливих професійних чинників є основними причинами виникнення травм, професійних і супутніх до них захворювань. З іншого боку виробничий травматизм зумовлено низьким рівнем ефективності заходів з промислової безпеки. Проаналізовано впродовж п’ятнадцяти років переліки і рівні шкідливих чинників, під вплив яких підпадають працівники діючих АЕС. Результати показали, що більш як 20% персоналу АЕС працює в шкідливих умовах, 40% – в особливо шкідливих умовах, для 69% умови праці на робочому місці не відповідають санітарно-гігієнічним нормативам. На робочих місцях працівники підпадають під комплексний вплив водночас двох і більше шкідливих чинників, серед яких: шкідливі хімічні речовини (10%); пил та аерозолі (23%); пил і аерозолі з радіоактивними часточками (16%); вібрація (3%); шум, інфразвук, ультразвук (32%); іонізуючі випромінювання (36 %); неіонізуючі випромінювання (0,9%). Травмування працівники зазнають під час роботи на висоті, в результаті транспортних подій, під час експлуатації електрообладнання. Кількість працівників, які травмуються і перебувають під впливом шкідливих чинників, щорічно практично не змінюється [2].

Пріоритети у вирішені проблем з безпеки, як і раніше, спрямовані не на здійснення технічних та ефективних організаційних заходів, а на надання різних видів компенсацій та пільг. За роботу в шкідливих і важких умовах працівникам надають додаткову відпустку, скорочений робочий день, додаткові оплати та пільгове пенсійне забезпечення. Аналіз кошторису АЕС з охорони праці показує, що щорічні витрати на компенсації в (5…6) разів перевищують витрати на впровадження заходів безпеки. Очевидно, що треба змінювати існуючу практику неефективного витрачання державних коштів і створення постійних загроз здоров’ю висококваліфікованих працівників.

Як свідчать результати прийняття управлінських рішень на підставі ефективного постійного моніторингу робочих місць, щорічної оцінки та впровадження системи управління ризиків, на енергетичних об’єктах можна досягти нешкідливих умов праці та не завдавати шкоди моральному і фізичному здоров'ю працівників. Моніторингу підлягають показники, які безпосередньо впливають на здоров’я працівників (перелік і рівень шкідливих чинників) та показники несприятливих подій, які за певних умов можуть призвести до травматизму або нещасного випадку (місце розташування та ергономічність робочого місця, проходи та переїзди, ефективність, використання засобів індивідуального захисту та інше). За результатами моніторингу встановлюють наявні та можливі небезпеки та визначають базовий рівень ризику.

Індивідуальний початковий ризик R_{ri} за i-тої несприятливої події можна надати у вигляді:

$$R_{ri} = P(A) \cdot P(B) \cdot P(C) \qquad (1)$$

де $P(A)$ – імовірність виникнення небезпеки;

$P(B)$ – імовірність впливу цієї небезпеки на працівника;

$P(C)$ – імовірність виникнення певного наслідку (захворювання, травма, смерть).

Логічно вважати, що витрати на заходи з безпеки праці мають сприяти зниженню рівня ризику. Рівень залишкового ризику R_{fi} визначаємо за формулою:

$$R_{fi} = R_{ri} K_{pk} \tag{2}$$

де $K_{рк}$ – коефіцієнт захисту у разі впровадження заходу безпеки.

Загальний ризик на робочому місці визначається як сума ризиків за усіх можливих несприятливих подій.

У практиці радіаційної безпеки, обґрунтування доцільності застосування того чи іншого заходу базується на процедурі порівняння зиску від реалізації заходу з відповідними витратами, пов'язаними з його реалізацією. Поряд з тим під зиском припускають зменшення рівня та кількості негативних факторів, які можуть виникати унаслідок реалізації заходу: аварійність, умови праці, засоби індивідуального захисту, шкода здоров'ю та інші наслідки. Для порівняння витрати і зиск потрібно виражати кількісно. Захід буде виправданим, якщо зиск від його реалізації буде більшим, ніж загальні витрати, пов'язані зі зменшенням рівня ризику, і оптимальним, якщо чистий зиск від його реалізації (різниця загального зиску і загальних витрат) буде максимальною.

Пропонується задачу оптимізації сформульовано так: мінімізувати ризики виконання робіт на окремих робочих місцях, беручи до уваги загальний щорічний обсяг коштів для фінансування заходів безпеки:

мінімізувати цільову функцію загального ризику R

$$F(R) = \sum_{i=1}^{n} R \to min$$

за наявності обмежень за вартістю заходів

$$F(C): C \in [C > C_0], \tag{3}$$

де C_0 – щорічний обсяг коштів.

Критерій оптимізації має вигляд

$$KR = \sum \frac{R_{fi} - R_{ri}}{C_j + C_{j+1}} = \left[\frac{R_{ri} \cdot K_{pi}}{\Delta C_k}\right] \to min, \tag{4}$$

де C_j, – витрати за кожним j кроком оптимізації; ΔC_k – приростання вартості k-го заходу.

Вирішення поставленої задачі методом покрокової оптимізації дає можливості вибору сукупності проектів, які забезпечать зниження ризику на певних робочих місцях.

Висновок. Вирішення завдань підвищення безпеки праці доцільно реалізовувати на підставі ризик-орієнтовного методу за оптимізаційними моделями.

Література

1. Деренговський В.В., Носовський А.В. Стан проблеми щодо проведення багатокритеріального аналізу безпеки об'єктів із радіаційно-ядерними технологіями. *Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля*. 2018. Вип. 30. С.31-39.

2. Третякова Л.Д. Новітні рішення проблеми індивідуального захисту працівників атомних електричних станцій: монографія. Київ: Основа, 2016. 197 с.

References

[1] Derengovskij V.V., Nosovskij A.V. State of the problem concerning multicriterial analysis of safety of facilities with radiation-nuclear technologies. Problems of nuclear power plans and of Chornobyl. 30: 31-39. (in Ukrainian). doi.org 10.31717/1813-3598.18.30.4

[2] Tretiakova L. The newest solutions to the problem of individual protection of employees of nuclear power plants. Kyiv, Osnova, 2016. 197 p.