

ДОСВІД З ОБМЕЖЕННЯ НЕГАТИВНИХ НАСЛІДКІВ РАДІАЦІЙНИХ АВАРІЙ

Супрун С. О., студ. (гр. ЕТ-11, ФЕА КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. У статті розглянуто проблеми, які виникають в зонах радіаційних аварій. На підставі аналізу процесів, які відбулися під час аварій на підприємствах ядерної енергетики, проаналізовано дії рятувальників. Розглянуто основні заходи, які дали змогу суттєво знизити важкість наслідків для працівників підприємств та населення на прилеглих територіях.

Ключові слова: атомна електрична станція, евакуація, дезактивація.

Abstract. The problems that arise in the areas of radiation accidents have been considered in the article. The author analyses the actions of rescuers based on the analysis of the processes that occurred during accidents at nuclear power plants. The main measures that made it possible to significantly reduce the severity of the consequences for the employees of the enterprise and the population in the adjacent territories have been considered.

Keywords: nuclear power plant, evacuation, deactivation.

Вступ. Радіаційна аварія можлива на підприємствах ядерною енергетикою, на яких виробляють і транспортують радіоактивні матеріали, а також на атомних електричних станціях (АЕС). Ядерна енергетика є найефективнішим джерел електроенергії у світі. За даними Міжнародної агенції з атомної енергії, 2021 року в світі налічувалося 443 діючих реакторів на ядерному паливі у 31 країнах, які генерують до 10% всього обсягу світового виробництва електроенергії. Більшість з них розташовані в країнах, що належать до Організації з економічного співробітництва та розвитку. Серед країн, які найбільше виробляють електроенергії на АЕС належать США (18,7 % від загального обсягу), Франція (70,6%), Німеччина (16,1%), Канада (14,6%), Японія (5,1), Китай (4,6 %) [1].

Ядерна енергетика безумовно має свої проблеми та ризики, першочергово пов'язані з безпекою реакторів та можливими наслідками щодо радіаційного забруднення довкілля. Нещодавно низка країн (Німеччина, Італія, Швеція) прийняли рішення щодо повного відмовлення від ядерної енергетики, але після початку військової агресії росії проти України такі рішення переглядають через обмеження енергоносіїв. За прогнозами International Energy Agency орієнтовний обсяг виробництва електроенергії у 2035 році становитиме 19 500 ТВт·год, з них на АЕС будуть виробляти до 48% електроенергії. Розгляд проблем безпеки для людей і довкілля, пов'язаних з експлуатацією АЕС, які продовжують залишатися важливим джерелом електроенергії у світі, є актуальним завданням.

Метою статті є аналіз причин виникнення радіаційних аварій, а також розробка стратегії та методів для обмеження негативних наслідків таких аварій.

Основна частина. Нині більшість країн з ядерною енергетикою активно працюють над підвищенням безпеки АЕС. Розвиваються нові технології ядерної

енергетики, науковці проєктують ядерні реактори четвертого покоління, які мають підвищену надійність, що дає змогу зменшити імовірність виникнення радіаційних аварій [2].

Безпека АЕС зумовлена різними проблемами та завданнями. Найсуттєвіша проблема – тривалість експлуатації встановленого устаткування. Велика частина атомних електричних станцій в світі і в Україні побудована у 70-х та 80-х роках і наразі виробила свій технічний ресурс. Потрібну модернізацію та суттєве оновлення обладнання можна здійснити у разі наявності великих фінансових і трудових ресурсів. Також проблемою є питання зберігання радіоактивних відходів, які можуть становити радіаційну небезпеку упродовж десятиріч.

Поряд з вдосконаленням технологій і методів захисту населення та довкілля, важливо зрозуміти причини, які призводять до радіаційних аварій, і визначити методи обмеження та подолання негативних наслідків для людей і прилеглих територій. Дослідження радіаційних аварій має велике значення для суспільства, оскільки вони дають можливість оптимізувати заходи ліквідації аварій та їх наслідків на підставі використання вже отриманого досвіду та зменшити ризики виникнення подібних трагедій у майбутньому.

Відомі радіаційні аварії сталися у різні періоди та в різних країнах світу. Наведемо перелік найвідоміших радіаційних аварій у світі:

1. Чорнобильська катастрофа – 26 квітня 1986 року в Радянському Союзі.
2. Аварія на ядерній електростанції Фукусіма-1 – 11 березня 2011 року в Японії.
3. Аварія на АЕС «Three Mile Island» – 28 березня 1979 року в США.
4. Аварія на підводному човні К-19 – 4 липня 1961 року в СРСР.
5. Викид радіоактивних відходів на площі 30 км² поблизу Карачі – травень 1987 року в Пакистані.
6. Аварія на ядерному підприємстві "Маяк" – вересень 1957 року в СРСР.
7. Викид радіоактивного матеріалу з ракети-носія "Космос-954" – січень 1978 року в Канаді.
8. Викид радіоактивного матеріалу з ракети-носія "Космос-3М" – вересень 1967 року в СРСР.
9. Аварія на ядерному підприємстві "Селафілд-2" – жовтень 1957 року в Великобританії.
10. Аварія на АЕС «Маһата» – 9 серпня 2004 року в Японії.

Важливо проаналізувати причини виникнення таких аварій та усвідомити, які діє під час ліквідації аварій та їхніх наслідків є ефективними, а які призводять до опромінення та загибелі великої кількості людей і величезних негативних наслідків довкіллю [3]. Виконаємо загальний огляд та аналіз окремих надзвичайних ситуацій на АЕС.

Аналіз причин та наслідків аварії на NPP «Three Mile Island» призвів до всебічного перегляду підходів до безпеки АЕС та визнанням «людського фактору» найважливішою ланкою в системі безпеки. Події, зумовлені «людським фактором», відбуваються не тільки з причини схильності будь-якої людини до помилок, але й у результаті невідповідних методів управління,

недоліків в організації робочих процесів і визначенні пріоритетів, недосконалості документації та процедур під час ліквідації аварій.

Спочатку розглянемо ефективні, своєчасні та раціональні дії керівництва та рятувальників під час ліквідації радіаційних аварій. Аварія на АЕС «Фукусіма 1» була наслідком природних надзвичайних ситуацій – землетрусу та цунамі. Роботи з ліквідації аварії виконували 63 добровольця з використанням автоматичних пристроїв, робототехніки та новітніх видів засобів індивідуального захисту. Після ліквідації аварії було вжито певних заходів, скерованих на обмеження наслідків.

Роботи з ліквідації наслідків аварії виконували у такій спосіб:

- евакуація населення з небезпечної зони. Більш як 100 тисяч осіб були евакуйовані у першу добу після аварії;
- зменшення викидів радіоактивних речовин назовні. У зоні аварії було встановлено системи фільтрації повітря та очищення води;
- зменшення кількості радіоактивних матеріалів на території АЕС. Для цього було виконано демонтаж пошкоджених реакторів та їх елементів з подальшим їх похованням;
- відновлення господарської діяльності в районах, які були забруднені в результаті аварії. Цей процес передбачав повну дезактивацію ґрунту та обладнання, будівництво нових житлових та соціальних об'єктів;
- постійне контроль за станом довкілля та здоров'ям людей в районах, прилеглих до зони аварії.

Ліквідація наслідків аварії вимагала багатьох зусиль та фінансових ресурсів. Загальний досвід з обмеження наслідків аварії на АЕС «Фукусіма 1» засвідчує, що ретельне планування та вжиття своєчасних і швидких заходів щодо евакуації та захисту дали змогу зменшити важкість наслідків для здоров'я людей, тварин, природного та водного середовища.

Негативний досвід з ліквідації аварій є притаманний країнам з авторитарною системою управління. Аварія на ядерному підприємстві хімічному комбінаті «Маяк», розташованому в закритому місті «Челябінськ-40», що у Росії, є одним з таких прикладів. Ця аварія належить до категорії найбільших радіаційних катастроф в історії людства, однак причини та наслідки цієї аварії були приховані тривалий час. У результаті аварії на хімічному комбінаті було викинуто в атмосферу велику кількість радіоактивних речовин (достовірна інформація недоступна), які потрапили в довкілля та забруднили водні ресурси. Негативні наслідки аварії вплинули на здоров'я тисяч людей, зокрема, на вищій і середній ланки менеджменту та працівників підприємства, а також на місцевих мешканців.

Для обмеження негативних наслідків аварії на підприємстві «Маяк» з часом було вжито низку заходів, зокрема, запроваджено заборону на збір та вживання місцевих продуктів харчування, проведено часткову евакуацію мешканців з найбільш забруднених територій та встановлено контроль за вмістом радіоактивних речовин у повітрі та воді. Однак, через приховування правдивої

інформації про аварію та її наслідки, багато людей продовжили жити на забруднених територіях та використовувати забруднену воду та продукти харчування. З часом багато людей постраждали від раку та інших захворювань, пов'язаних з впливом радіоактивних речовин.

Висновки. Одним з основних висновків є необхідність розробки ефективних методів недопущення радіаційних аварій. Реалізація безпекових положень – це складний процес, який охоплює надійність технічного устаткування, технологічні параметри та процеси, а також людський фактор, який має найвагоміше значення. Досвід експлуатації АЕС свідчить, що причини виникнення аварій та інцидентів певним чином пов'язані з поведінкою людей (людським фактором), а саме – з їх ставленням до проблем безпеки.

Розробка та впровадження ефективних планів реагування на радіаційні аварії на підставі аналізу отриманого позитивного та негативного досвіду дій, є невід'ємним складником у роботі системи цивільного захисту. Це пов'язано з розробкою стратегій захисту та евакуації населення, запровадженням постійного моніторингу радіаційної обстановки та медичного контролю рятівників і постраждалих осіб. Також важливо забезпечити належний рівень навчання та підготовки для рятівників та медичного персоналу, котрі можуть опинитися в зоні радіаційної аварії. Інвестування у відновлювальні та альтернативні джерела енергії також може допомогти зменшити ризик радіаційних аварій, спричинених використанням атомної енергетики.

Науковий керівник: Третьякова Л. Д., докт. техн. наук, проф. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Література

1. The World Energy Outlook 2023. International Energy AgencyБ 2024. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>.
2. Brumfiel Geoff. [Nuclear agency faces reform calls](https://doi.org/10.1038/472397a). Nature (англ. URL: [doi10.1038/472397a](https://doi.org/10.1038/472397a)).
3. MSD Manuals. Radiation Exposure and Contamination. URL: https://www.msdmanuals.com/uk/professional/injuries-poisoning/radiation-exposure-and-contamination/#%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%BD%D0%BE%D0%B7_v1113976_uk