

Л. М. Печериця<sup>1</sup>, О. І. Лігоцький<sup>1</sup>,  
А. В. Носовський<sup>1</sup>, М. Х. Гашев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки

<sup>2</sup>Державний комітет ядерного регулювання України

## Проблемні питання ефективного використання досвіду експлуатації АЕС України

Наведено огляд проблемних питань ефективного використання досвіду експлуатації, виявлених під час виконання науково-дослідної роботи «Оперативний та технологічний аналіз порушень у роботі АЕС України», запропоновано шляхи їх вирішення.

**Ключові слова:** АЕС, порушення в роботі АЕС, звіт, розслідування, статистичний аналіз, корінна причина, коригувальні заходи.

Л. М. Печерица, А. И. Лигоцкий, А. В. Носовский, М. Х. Гашев

### Проблемные вопросы эффективного использования опыта эксплуатации АЭС Украины

Приведен обзор проблемных вопросов, касающихся эффективного использования опыта эксплуатации, выявленных в результате выполнения научно-исследовательской работы «Оперативный и технологический анализ нарушений в работе АЭС Украины», предложены пути их решения.

**Ключевые слова:** АЭС, нарушения в работе АЭС, отчет, расследование, статистический анализ, коренная причина, корректирующие меры.

© Л. М. Печериця, О. І. Лігоцький, А. В. Носовський, М. Х. Гашев, 2010

**П**ід час експлуатації АЕС завжди відбуваються події, пов'язані з відмовами обладнання, помилками персоналу, недоліками посібників та інструкцій для персоналу або будь-якими зовнішніми чи внутрішніми впливами на роботу обладнання. Ці події можуть носити як випадковий, так і передбачуваний характер. Проте аварія будь-якого ступеня тяжкості ймовірніше буде відмічена подіями-передвісниками, своєчасне виявлення яких дасть змогу її передбачити, а отже — уникнути [1]. Тому для безпечної експлуатації АЕС дуже важливо постійно стежити за подіями будь-якого характеру, вивчати, аналізувати, усувати їх наслідки та вживати заходів щодо попередження таких подій, що можуть нанести найбільших збитків — як матеріальних, так і з боку впливу на здоров'я людини. Вивчення експлуатаційного досвіду також розширює знання експлуатаційних характеристик обладнання і тенденцій щодо його працездатності, формує дані для кількісного й якісного аналізу. Отже, досвід експлуатації є важливим джерелом інформації для вивчення поведінки ядерних установок з метою підвищення їх безпеки та надійності.

Проблеми вивчення та використання досвіду експлуатації становлять інтерес для всіх країн, де є реакторні установки. Міжнародна агенція з атомної енергії (МАГАТЕ) видала низку документів, які призначені допомогти в організації системи обліку та використання досвіду експлуатації в країнах — членах МАГАТЕ. Останнім таким документом є «Учет эксплуатационного опыта о событиях на ядерных установках» [1]. Процедура використання досвіду експлуатації, представлена МАГАТЕ, охоплює:

- облік порушень у роботі АЕС;
- розслідування та аналіз порушень у роботі АЕС;
- розробку та впровадження коригувальних заходів;
- визначення тенденцій та їх аналіз;
- використання та поширення інформації про порушення;
- оцінку ефективності системи використання досвіду експлуатації;
- забезпечення якості на всіх етапах її роботи.

Відповідальність за підтримання належного рівня безпечної експлуатації АЕС, зокрема за ефективне використання досвіду експлуатації, несе експлуатуюча організація. Регулюючий орган, зі свого боку, стежить за тим, щоб усі необхідні заходи вживалися вчасно та в повному обсязі, щоб досвід експлуатації належним чином вивчався, а усі позитивні уроки не залишалися без уваги. У Державному науково-технічному центрі з ядерної та радіаційної безпеки (ДНТЦ ЯРБ) існує лабораторія аналізу досвіду експлуатації, яка займається питаннями, що пов'язані з досвідом експлуатації, охоплюючи облік, аналіз, вивчення порушень у роботі АЕС України, а також розробкою рекомендацій щодо підвищення ефективності використання досвіду експлуатації. Регулярно, протягом останніх 16 років, за замовленням Держатомрегулювання співробітники лабораторії виконують науково-дослідну роботу (НДР) «Оперативний та технологічний аналіз порушень у роботі АЕС України». Об'єктом дослідження є порушення в роботі АЕС України за певний проміжок часу (див., наприклад, [2]—[6]). Метою НДР є аналіз порушень у роботі АЕС України, який спрямований на запобігання виникненню порушень, ефективно використання досвіду експлуатації АЕС та підвищення рівня експлуатаційної безпеки. До методів дослідження, що використовуються в НДР, належать:

оперативний аналіз звітів про порушення в роботі АЕС (оцінка якості проведення розслідування й документування його результатів, зокрема правильності визначення причин порушення та адекватності призначених коригувальних заходів);

статистична обробка інформації про порушення в роботі АЕС за різними аспектами (загальна статистика, розподіл за категоріями [7] тощо);

аналіз причин порушень за результатами оперативних повідомлень;

узагальнення висновків щодо адекватності призначених коригувальних заходів;

розгляд й аналіз причин повторюваності порушень;

оцінка своєчасності впровадження та статусу виконання коригувальних заходів, призначених за результатами розслідування порушень;

поглиблений аналіз порушень у роботі АЕС, які негативно вплинули на безпеку АЕС;

аналіз міжнародного досвіду експлуатації та розробка рекомендацій для українських АЕС.

Держатомрегулювання у взаємодії з ДНТЦ ЯРБ постійно вивчає досвід експлуатації, пов'язаний з порушеннями в роботі АЕС України. Події низького рівня («цехові» відмови) вивчаються та аналізуються безпосередньо на АЕС та експлуатуючою організацією. Експлуатуюча організація проводить певну роботу щодо використання досвіду експлуатації, але існують проблеми щодо її ефективності та повторюваності порушень у роботі АЕС.

Перша проблема виникає на етапі розслідування порушення в роботі АЕС. Після виникнення порушення в роботі АЕС створюється комісія, що проводить розслідування порушення відповідно до вимог [7] з метою визначення безпосередньої та корінної причин порушення та розроблення таких коригувальних заходів, які б, по-перше, усували наслідки порушення, а по-друге, сприяли усуненню усіх причин, супутніх факторів та додаткових недоліків, виявлених під час розслідування, і попереджали би повторення порушень у роботі АЕС. Обов'язковою умовою для розроблення адекватних коригувальних заходів є *правильне* визначення корінної причини порушення, адже в противному разі коригувальні заходи не зосереджуватимуться саме на тому, що призвело до виникнення порушення, а отже, не зможуть усунути справжню корінну причину. Але з різних причин комісії з розслідування порушень не завжди правильно визначають причини порушень в роботі АЕС, а іноді корінні причини залишаються не визначеними взагалі. Результати аналізу порушень у роботі АЕС України [6] показали, що в 2009 р. тільки для шести з 21 порушення (28,5 %) було правильно встановлено причини та призначено адекватні коригувальні заходи. Для 15 порушень (71,5 %) причини визначено неправильно або не визначено взагалі; відповідно, призначено неефективні коригувальні заходи.

На перший погляд, це перше і дуже важливе питання — неправильне визначення причин порушення під час розслідування — можна вирішити завдяки повторному розслідуванню порушення, або дорозслідуванню. Відповідно до вимог [7] необхідність додаткового розслідування виникає в разі виявлення зауважень до роботи комісії з розслідування порушення в роботі АЕС у частині визначення категорії порушення в роботі АЕС, виявлення корінних причин порушення і призначення коригувальних заходів. Причому Держатомрегулювання чітко визначає, з якою

метою звіт про порушення в роботі АЕС направляється на дорозслідування. Та не завжди на АЕС розуміють цілі проведення дорозслідування порушення й дотримуються вимог Держатомрегулювання, а в результаті навіть після повторного розслідування порушення корінна причина залишається визначеною неправильно, а коригувальні заходи неадекватними.

Аналіз порушень у роботі АЕС, який регулярно проводиться в межах НДР, показав, що попередніми аналогічними подіями порушень у роботі АЕС часто бувають саме «цехові» відмови, корінна причина яких не була встановлена. Тому «цехові» відмови мають розглядатися як передвісники виникнення порушень у роботі АЕС, а їх причини — визначатися та аналізуватися належним чином. Це дасть змогу впровадити ефективні коригувальні заходи, які попередять виникнення порушення в роботі АЕС у майбутньому.

Друга проблема полягає в недостатньому аналізі попередніх аналогічних порушень у роботі АЕС — розгляді їхніх причин та оцінці коригувальних заходів. Якщо порушення сталося знову, необхідно відповісти на питання, чому це сталося: через неправильне визначення причин попереднього порушення, призначення неадекватних коригувальних заходів, несвоєчасне їх впровадження або невиконання. Аналіз попередніх аналогічних порушень може дати важливі та корисні для всієї галузі результати. Експлуатуюча організація розуміє важливість такого аналізу, проте на станційному рівні до нього часто підходять формально, відбираючи аналогічні порушення тільки на підставі ідентичності їх безпосередньої та корінної причин. Такий відбір попередніх аналогічних подій має певні вади і не охоплює всього спектра порушень, що могли би бути проаналізовані як попередні аналогічні порушення. Правильний та ефективний підхід відповідає прагненню знайти та проаналізувати всі, навіть незначні, події, що сталися: а) на такому самому обладнанні; б) за такими самими обставинами; в) за таких самих умов; г) через ті самі причини.

Пошук аналогічних подій лише на підставі схожості безпосередньої та корінної причин (особливо коли причини порушень майже у 70 % випадків встановлюються неправильно) не дає достатнього обсягу інформації для аналізу та ефективного використання досвіду експлуатації. На наш погляд, для вирішення цієї проблеми необхідно розробити методику пошуку та аналізу попередніх аналогічних подій, яку комісії з розслідування порушення використовуватимуть у своїй роботі.

Наступна проблема полягає у недостатньому вивченні та використанні зовнішнього досвіду експлуатації для виявлення прихованих потенційних відмов та підтримання в галузі належного рівня експлуатаційної безпеки. Це підтверджується тим фактом, що аналогічні порушення в роботі АЕС з енергоблоками подібного типу відбуваються на різних АЕС. Як приклад можна навести три порушення в роботі АЕС України, пов'язані з пошкодженням обмотки електродвигунів головних циркуляційних насосів (ГЦН), що сталися в 2009 р.: два з них — на Запорізькій АЕС, одне — на Южно-Українській АЕС. Ці порушення виявили низку питань щодо підтримання працездатного стану електродвигунів ГЦН, які відпрацювали 20 і більше років (термін експлуатації цих електродвигунів становить 30 років) і підходять до вичерпання свого ресурсу. На теперішній час ця проблема вирішується на галузевому рівні. Зауважимо: оперативний аналіз порушень у роботі АЕС,

про які йдеться, виявив, що коригувальні заходи, розроблені за результатами розслідування, не можуть запобігти повторенню відмов електродвигунів та виникненню аналогічних порушень у подальшій роботі АЕС.

Особливо важливо вивчати, аналізувати та враховувати зовнішні порушення в роботі АЕС, за результатами розслідування яких було виявлено недоліки у підготовці персоналу, в експлуатаційній або ремонтній документації, недоліки проектування, конструювання або виготовлення обладнання, недоліки в організації експлуатації, особливо в управлінні ресурсом обладнання, коли економічним питанням може надаватися більший пріоритет, ніж питанням безпеки. Ці недоліки можуть існувати досить довго і проявитися у найскладнішій та непередбачуваній ситуації. Як правило, виявлення та проведення аналізу будь-якого з наведених вище недоліків культури безпеки (як на підставі власного, так і на підставі зовнішнього досвіду експлуатації) дає позитивні результати та підвищує рівень експлуатаційної безпеки в цілому.

### Висновки та рекомендації

Система використання досвіду експлуатації, яка тільки за недавнього часу почала функціонувати належним чином, на теперішній момент має недоліки. Незважаючи на те, що майже всі коригувальні заплановані заходи впроваджуються вчасно та повною мірою, порушення в роботі АЕС повторюються. А це свідчить про призначення неадекватних коригувальних заходів та про невикористання уроків, що випливають з досвіду експлуатації.

Для підвищення ефективності функціонування системи використання досвіду експлуатації потрібно підвищити якість проведення розслідування порушень у роботі АЕС завдяки:

удосконаленню існуючих методик визначення корінних причин порушень у роботі АЕС або розробленню нових, зручніших у застосуванні;

створенню методик оцінки адекватності коригувальних заходів, призначених за результатами розслідування порушень у роботі АЕС;

розробленню методик пошуку та аналізу попередніх аналогічних подій;

проведенню ретельного аналізу попередніх аналогічних подій (зокрема на інших АЕС) під час розслідування порушення в роботі АЕС;

проведенню навчань для персоналу АЕС, що бере участь у розслідуванні порушень у роботі АЕС та «цехових» відмов, вивченню персоналом усіх зазначених вище методик, а також положень нормативних документів, що регламентують процес розслідування подій всіх рівнів;

тіснішій взаємодії експлуатуючої організації та Держатомрегулювання, що виражатиметься в чіткому дотриманні вимог та рекомендацій Держатомрегулювання стосовно проведення повторного розслідування порушень у роботі АЕС;

підвищенню культури безпеки, тобто наданню пріоритетності питанням безпеки над виробничими та економічними цілями за будь-яким напрямом діяльності на АЕС.

### Список літератури

1. Учет эксплуатационного опыта о событиях на ядерных установках: Руководство по безопасности № NS-G-2.11. — Вена: МАГАТЭ, 2009.
2. Грищенко В. В. Статистична оцінка потоку порушень в роботі АЕС України у 2003 році / В. В. Грищенко, А. В. Носовський, О. І. Лігоцький, С. В. Недбай // Ядерная и радиационная безопасность. — К., 2004. — Т. 7, вып. 1. — С. 5–11.
3. Лігоцький О. І. Аналіз потоку порушень в роботі АЕС України, які сталися протягом 2005 року / О. І. Лігоцький, С. В. Недбай, А. В. Носовський // Ядерная и радиационная безопасность. — К., 2006. — Т. 9, вып. 3 — С. 12–19.
4. Гашев М. Х. Аналіз порушень в роботі АЕС України, які сталися протягом 2007 року / М. Х. Гашев, О. І. Лігоцький, С. В. Недбай, А. В. Носовський // Ядерная та радіаційна безпека. — 2008. — Т. 11, вып. 4. — С. 4–14.
5. Гашев М. Х. Аналіз порушень в роботі АЕС України, які сталися протягом 2008 року / М. Х. Гашев, О. І. Лігоцький, А. В. Носовський, Л. М. Печериця // Ядерная та радіаційна безпека. — 2009. — Т. 12, вып. 3. — С. 3–8.
6. Звіт про науково-дослідну роботу «Оперативний та технологічний аналіз порушень в роботі АЕС України в 2009–2010 рр.». Проміжний етап 2 «Оперативний та технологічний аналіз порушень в роботі АЕС України за 2009 рік».
7. Положення про порядок розслідування та обліку порушень в роботі атомних електричних станцій (НП 306.2.100–2004). — Затвердж. наказом Держатомрегулювання від 01.12.2004 № 184 та за реєстр. в Мін'юсті юстиції України 17.12.2004 за № 1594\10193.

Надійшла до редакції 13.18.2010.