

Аналіз досвіду експлуатації АЕС України

Описано одну з найбільш важливих робіт у системі зворотного зв'язку від досвіду експлуатації українських АЕС та світового досвіду експлуатації, що виконується відділом аналізу експлуатаційної безпеки АЕС Державного науково-технічного центру з ядерної та радіаційної безпеки за завданням Державного комітету ядерного регулювання України.

А. І. Лігоцький, С. В. Недбай

Анализ опыта эксплуатации АЭС Украины

Описана одна из важнейших работ в системе обратной связи от опыта эксплуатации украинских АЭС и мирового опыта эксплуатации, выполняемых отделом анализа эксплуатационной безопасности АЭС Государственного научно-технического центра по ядерной и радиационной безопасности по заданию Государственного комитета ядерного регулирования Украины.

Порушення в роботі АЕС є одним з важливих факторів, що характеризує безпечність їх експлуатації. Для підтримання належного рівня безпечної експлуатації АЕС необхідно забезпечити проведення всебічного аналізу досвіду експлуатації та розповсюдження позитивних уроків, що випливають з цього аналізу. Тому робота з аналізу порушень в роботі АЕС, яку виконують фахівці відділу постійно, починаючи з 1993 р., є важливою складовою процесу використання досвіду експлуатації. Цей аналіз спрямовано на зменшення ризику від експлуатації та підвищення безпеки АЕС у цілому, за рахунок зменшення кількості порушень, впровадження відповідних коригувальних заходів та врахування міжнародного досвіду експлуатації.

Робота за напрямком *оперативний та технологічний аналіз порушень* є ключовою в системі аналізу досвіду експлуатації АЕС України і спрямована на досягнення максимально ефективної діяльності щодо розслідування порушень, запобігання їхньому повторенню, підвищення ефективності використання досвіду експлуатації та підвищення рівня експлуатаційної безпеки.

Актуальність роботи зумовлена необхідністю: 1) оцінки поточного рівня експлуатаційної безпеки українських АЕС за результатами аналізу інформації, наведеної у звітах про порушення; 2) забезпечення ефективного застосування результатів аналізу порушень в роботі АЕС у системі зворотного зв'язку від досвіду експлуатації.

Результати роботи використовуються для проведення аналізу поточного рівня експлуатаційної безпеки енергоблоків АЕС України, тенденції його зміни, а також у системі зворотного зв'язку від досвіду експлуатації.

Основними напрямками роботи є оперативний аналіз звітів про порушення та технологічний аналіз порушень.

Під час виконання цієї роботи було налагоджено співпрацю в напрямку аналізу порушень з відповідним підрозділом НАЕК "Енергоатом", який здійснює аналогічну діяльність. Так, протягом чотирьох останніх років систематично проводяться наради фахівців Держатомрегулювання України, Державного підприємства "Національна атомна енергогенеруюча компанія "Енергоатом" (НАЕК "Енергоатом") та ДНТЦ ЯРБ з обміну досвідом з аналізу порушень та підвищення якості розслідування порушень. На нарадах обговорюються наступні питання:

- можливі шляхи підвищення якості розслідування порушень;
- обмін досвідом та удосконалення підходів щодо виконання аналізу порушень та адекватності коригувальних заходів;

- аналіз аспектів оцінки поточного рівня безпеки АЕС;
- гармонізація даних щодо порушень в роботі АЕС України;
- інші важливі питання щодо забезпечення безпечної експлуатації АЕС України.

Оперативний аналіз порушень

Оперативний аналіз містить результати оцінки звітів з розслідування порушень у роботі АЕС, що надходять до ДНТЦ ЯРБ та Держатомрегулювання України. Оперативний аналіз включає в себе:

- оцінку якості поданих звітів про порушення в роботі АЕС України з точки зору їх відповідності за формою, структурою та змістом вимогам [1];

- оцінку ефективності роботи станційних комісій щодо визначення причин порушень і встановлення коригуваль-

них заходів (коректність встановлення категорій порушення; коректність встановлення причин порушення; адекватність, ефективність та достатність заходів);

визначення впливу порушення в роботі АЕС на глибоко-ешелонований захист, стан ядерної та радіаційної безпеки;

надання пропозиції щодо використання результатів розслідування порушень в рамках системи зворотного зв'язку від досвіду експлуатації (поширення результатів розслідування окремого порушення в роботі АЕС на інші енергоблоки АЕС та галузь у цілому);

надання рекомендацій Державному комітету ядерного регулювання України щодо необхідності проведення поглибленого аналізу причин виникнення конкретного порушення в роботі АЕС і/чи ступеня його впливу на безпечну експлуатацію АЕС (необхідність поглибленого аналізу порушення в роботі АЕС визначається виходячи з впливу його наслідків на безпечну експлуатацію АЕС);

надання рекомендацій Державному комітету ядерного регулювання України щодо необхідності дорозслідування порушень у роботі АЕС (у разі неправильного призначення категорії порушення у роботі АЕС, неправильного визначення корінних причин або призначення неадекватних коригувальних заходів) або доопрацювання звітних матеріалів.

Оперативний аналіз звітів про порушення проводиться постійно по мірі надходження звітів. По кожному звіту у термін від 5 до 10 днів розробляється оперативне повідомлення, яке містить у собі конкретні зауваження та висновки по вищевказаних напрямках, після чого оперативні повідомлення направляються до Державного Комітету ядерного регулювання України.

Держатомрегулювання України після розгляду звіту з розслідування порушення та відповідного оперативного повідомлення ДНТЦ ЯРБ приймає остаточне рішення про необхідність доопрацювання звіту про порушення або дорозслідування порушення та прийняття відповідних заходів щодо попередження виникнення аналогічних порушень у майбутньому.

Технологічний аналіз порушень

У рамках даного напрямку робіт виконується аналіз інформації про порушення в роботі АЕС України за визначений період часу.

Технологічний аналіз включає в себе наступні розділи:

Статистична оцінка потоку порушень в роботі АЕС України;

Аналіз порушень у роботі АЕС України;

Спеціальні аналітичні роботи з оцінки вітчизняного та міжнародного досвіду експлуатації АЕС;

Поглиблений аналіз порушень в роботі АЕС України.

Звіт з технологічного аналізу порушень виконується двічі на рік: звіт за перше півріччя, в якому розглядаються порушення, що сталися протягом першого півріччя поточного року, та річний звіт.

Статистична оцінка потоку порушень в роботі АЕС України. В даному розділі наводяться результати статистичної оцінки потоку порушень за звітний період з аналізом виявлених тенденцій. Статистична інформація подається за наступними напрямками:

потік порушень за визначений період часу (півріччя, рік);

розподіл порушень за шкалою INES (із зазначенням випадків зміни рівня порушення за результатами розслідування) [2];

розподіл порушень за типами РУ (ВВЕР-1000 та ВВЕР-440); розподіл порушень за категоріями, що встановлено в [1]; розподіл порушень за факторами, які обумовлюють їх виникнення (недоліки обладнання, процедур, персоналу); розподіл порушень по системах, що відмовили;

розподіл безпосередніх причин відмов обладнання систем АЕС;

розподіл корінних причин відмов обладнання систем АЕС; час простою та недовиробіток електроенергії по енергоблоках АЕС України за звітний період.

Аналіз порушень у роботі АЕС України. Розслідування порушень в першу чергу передбачає визначення причин їх виникнення. Результатом розслідування порушень у роботі АЕС є призначення і виконання коригувальних заходів. Ці заходи мають бути спрямовані на усунення корінної причини і запобігання повторення подібних порушень у роботі АЕС у майбутньому, що, в свою чергу, дозволить зменшити загальну кількість порушень у роботі АЕС і знизити ризик від експлуатації АЕС. Ще одним з важливих моментів аналізу порушень є аналіз аналогічних порушень, що відбувались раніше. Він полягає у детальному аналізі попереднього аналогічного порушення, розгляду його причин та оцінці коригувальних заходів, що були призначені для усунення цих причин та для запобігання їх повторенню. Якщо порушення відбулося знову, то необхідно проаналізувати, чому це сталося: через неправильне визначення причин попереднього порушення, призначення неадекватних коригувальних заходів, несвоєчасне їх впровадження або невиконання тих коригувальних заходів, що були заплановані. Крім того, аналіз попередніх аналогічних порушень може дати важливі результати, які будуть корисними для галузі в цілому. Тому такий аналіз є важливим елементом системи використання досвіду експлуатації.

В розділі містяться результати аналізу порушень за наступними напрямками:

оцінки правильності визначення причин порушень та адекватності призначених коригувальних заходів (за результатами оперативних повідомлень);

аналізу причин повторюваності порушень;

оцінки своєчасності впровадження коригувальних заходів, призначених за результатами розслідування порушень; оцінки статусу виконання коригувальних заходів, призначених за результатами розслідування порушень (за результатами звітів про реалізацію коригувальних заходів).

Необхідно зазначити, що функціонування системи аналізу досвіду експлуатації не закінчується проведенням аналізу порушення. Не менш важливим етапом є розповсюдження результатів аналізу порушення, проведення контролю виконання та оцінки ефективності призначених коригувальних заходів. Результатом аналізу порушення, який проводиться на АЕС комісією з розслідування, є розроблені коригувальні заходи, що спрямовані на усунення наслідків порушення в роботі АЕС, на запобігання повторення порушення у майбутньому та/або на підвищення рівня експлуатаційної безпеки. Аналіз виконання коригувальних заходів містить в собі: аналіз адекватності коригувального заходу (чи може впровадження даного заходу усунути корінну причину порушення в роботі АЕС), аналіз своєчасності впровадження коригувального заходу на даній АЕС і в галузі в цілому та аналіз інформації щодо статусу виконання коригувальних заходів.

Спеціальні аналітичні роботи з оцінки досвіду експлуатації АЕС. В даному розділі містяться результати спеціальних аналітичних робіт, присвячених досвіду експлуатації, за такими напрямками:

узагальнені результати аналізу звітів з оцінки рівня експлуатаційної безпеки та технічного стану АЕС з реакторами типу ВВЕР;

результати аналізу вітчизняного та міжнародного досвіду експлуатації АЕС.

Результати аналізу звітів з оцінки рівня експлуатаційної безпеки. В даному підрозділі наводяться результати аналізу звітів з оцінки рівня експлуатаційної безпеки та технічного стану АЕС з реакторами типу ВВЕР.

Відповідно до вимог п. 6.1.1 [3], експлуатуюча організація повинна подавати в Держатомрегулювання України періодичні звіти з оцінки поточного рівня безпеки АЕС. На даний час такими звітними матеріалами є «Годовые отчеты по оценке текущего состояния эксплуатационной безопасности». «Годовой отчет» відображає результати експлуатації енергоблоків за всім спектром аспектів, що характеризують ефективність і безпеку роботи АЕС. У ньому наводиться інформація про роботу енергоблоків конкретної АЕС, результати аналізу готовності систем безпеки, вплив радіоактивних продуктів на персонал АЕС та навколишнє середовище, поводження з ядерним паливом та радіоактивними відходами, оцінку факторів, що впливають на безпеку. Спеціалісти відділу аналізу експлуатаційної безпеки АЕС ДНТЦ ЯРБ виконують оцінку документів, на підставі якої дається оцінка поточного рівня безпеки конкретного енергоблока та надаються пропозиції щодо коригування експлуатації й підвищення безпеки.

Результати аналізу досвіду експлуатації. В даному підрозділі наводяться результати аналізу досвіду експлуатації на основі інформаційно-аналітичної обробки матеріалів, що надходять у рамках Системи з обліку подій (Incident Reporting System – IRS), та вітчизняного досвіду експлуатації. Інформація, накопичена в рамках IRS, використовується спеціалістами ДНТЦ ЯРБ при виконанні різних поглиблених досліджень специфічних проблем, пов'язаних з безпекою АЕС. Так, за декілька останніх років спеціалістами ДНТЦ ЯРБ було проведено аналіз втрати знання на українських АЕС [4], аналіз потрапляння сторонніх предметів до першого контуру [5], розглянуто тематичне дослідження порушень, пов'язаних з технічним обслуговуванням [6], та інші важливі роботи. На базі отриманих результатів ДНТЦ ЯРБ надає рекомендації Держатомрегулюванню та експлуатуючій організації щодо удосконалення системи розгляду подій та підвищення якості застосування зворотного зв'язку від досвіду експлуатації.

Поглиблений аналіз порушень в роботі АЕС України. Проведення поглибленого аналізу порушень в роботі АЕС дає змогу визначити причини виникнення порушення, фактори, що сприяли їх виникненню, атрибути культури безпеки, які були порушені, а також адміністративні та/або фізичні бар'єри, які виявилися малоєфективними.

Необхідність поглибленого аналізу порушень в роботі АЕС визначається виходячи з впливу його наслідків на безпечну експлуатацію. Так, для проведення поглибленого аналізу відбираються порушення:

наслідки яких значно вплинули на основні функції безпеки;

у ході яких відбулося порушення бар'єрів безпеки (паливна матриця, оболонка тепловидільного елемента, 1-й контур, гермооб'єм);

які призвели до деградації бар'єрів глибокоешелонного захисту;

які виникли внаслідок неорганізованих дій або помилок персоналу;

які виникли через низький рівень культури безпеки;

у ході яких відбулися події, що спричинили залежні відмови обладнання систем безпеки/систем, важливих для безпеки (СБ/СВБ), або відмови обладнання із загальної причини; які повторюються.

Рекомендації відносно доцільності проведення поглибленого аналізу надаються в оперативному повідомленні до кожного порушення в роботі АЕС та направляються до Держатомрегулювання України, де приймається остаточне рішення щодо необхідності проведення поглибленого аналізу порушення.

Для виконання поглибленого аналізу порушень у роботі АЕС, фахівці ДНТЦ ЯРБ використовують методики, які дозволяють виконувати різнобічний аналіз тих аспектів, що мають відношення до безпеки. Використовуються такі методи, як ASSET, NPES, аналіз корінних причин подій на АЕС, кількісний аналіз порушень, що дозволяє ранжирувати ті події, у ході яких виникла найбільш висока потенційна небезпека недостатнього охолодження активної зони реактора та її пошкодження, тощо

За результатами проведення поглибленого аналізу робляться висновки та рекомендації щодо необхідності розгляду того чи іншого аспекту безпеки, що залишився без уваги під час розслідування порушення.

Розробка нових нормативних документів, що регулюють порядок розслідування та обліку порушень у роботі атомних станцій

Виконання робіт з аналізу порушень виявило недоліки в системі нормативної документації, що регулює порядок розслідування та обліку порушень у роботі атомних станцій. Це призвело до необхідності їх перегляду та розробки нового нормативного документа фахівцями відділу аналізу експлуатаційної безпеки АЕС ДНТЦ ЯРБ. Положення про порядок розслідування та обліку порушень в роботі АЕС переглядалося двічі.

Вперше даний нормативний документ був переглянутий у 1995 р. Розробка нового нормативного документа на той час була викликана потребою в усуненні недоліків документа [7], розробленого фахівцями колишнього СРСР на початку 1990 р., який морально застарів і не відповідав тодішнім вимогам щодо розслідування порушень. У 1996 р. фахівці відділу аналізу експлуатаційної безпеки АЕС ДНТЦ ЯРБ на основі досвіду аналізу порушень розробили новий нормативний документ “Положення про порядок розслідування та обліку порушень в роботі АЕС” НД 306.205-96 [8]. Цей документ [8] було затверджено наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від 03.07.1996 р. № 69 та зареєстровано в Міністерстві юстиції України 26.07.1996 р. за № 384/1409.

Вдруге “Положення про порядок розслідування та обліку порушень в роботі АЕС” було переглянуто у 2004 р. через необхідність внесення змін і доповнень до нормативного документа [8], усунення недоліків, які виявилися під час його використання, а також у зв'язку з потребою його удосконалення з урахуванням діючої нормативно-правової бази та існуючих вимог з ядерної та радіаційної безпеки. Так, протягом 2004 р. фахівці відділу аналізу експлуатаційної безпеки АЕС ДНТЦ ЯРБ розробили новий нормативний документ: “Положення про порядок розслідування та обліку порушень в роботі атомних електричних станцій” НП 306.2.100-2004 [1]. Документ [1] було розроблено з урахуванням досвіду його використання, а

також результатів аналізу звітів АЕС про порушення, розробки звітів зі статистичного і технологічного аналізу порушень. Також були враховані зміни структури державного управління у сфері ядерної енергетики. Уточнено і доповнено ряд основних визначень, формулювання категорій порушень в роботі АЕС. Уточнено порядок організації й проведення додаткового розслідування порушення та доопрацювання звіту про порушення в роботі АЕС. Для більш ефективного процесу обліку порушень у роботі АЕС та подальшого статистичного аналізу цієї інформації й полегшення роботи з базою даних був значно перероблений Словник кодів. Нове положення також враховує вимоги чинних нормативно-правових актів України та рекомендації МАГАТЕ щодо встановлення процесу обліку та розслідування порушень в роботі АЕС. Нормативний документ [1] затверджено наказом Держатомрегулювання України від 01.12.2004 р. № 184, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 17.12.2004 р. за № 1594/10193 та введено в дію 11.01.2005 р.

Висновки

Для підтримання належного рівня безпечної експлуатації АЕС необхідно забезпечувати проведення всебічного

аналізу досвіду експлуатації та розповсюдження позитивних уроків, що випливають з цього аналізу. Тому робота, яка виконується фахівцями відділу аналізу експлуатаційної безпеки АЕС ДНТЦ ЯРБ, є важливою складовою процесу використання досвіду експлуатації та підвищення рівня ядерної та радіаційної безпеки.

Література

1. Положення про порядок розслідування та обліку порушень у роботі атомних станцій. НД 306.2.100-2004. – К., 2005.
2. IAEA-INES – Инес. Международная шкала ядерных событий. Руководство для пользователей/ МАГАТЭ. – Вена, 2001.
3. Загальні положення забезпечення безпеки атомних станцій. НП 306.1.02/1.034-2000.
4. Звіт з НДР “Оперативний та технологічний аналіз порушень в роботі АЕС України у 2001-2002 рр., етап 3”. – К., 2002.
5. Звіт з НДР “Оперативний та технологічний аналіз порушень в роботі АЕС України у 1998-1999 рр., етап 4”. – К., 2000.
6. Звіт з НДР “Оперативний та технологічний аналіз порушень в роботі АЕС України у 2005-2006 рр., етап 2”. – К., 2006.
7. Положение о порядке расследования и учета нарушений в работе атомных станций: ПНАЭГ 12-005-91.
8. Положення про порядок розслідування та обліку порушень у роботі атомних станцій: НД 306.205-96.