

УДК 621.039

ОЦЕНКА ОПЕРАЦИОННЫХ РИСКОВ АЭС ЭКСПЕРТНЫМИ МЕТОДАМИ
ОЦІНКА ОПЕРАЦІЙНИХ РИЗИКІВ АЕС ЕКСПЕРТНИМИ МЕТОДАМИ
ASSESSMENT OF OPERATING RISKS OF NPP EXPERT METHODS

Научный руководитель – кафедра атомных электрических станций; доцент, доктор
технических наук - Зотеев О. Е., магистр – Веклич И. А.

Науковий керівник - кафедра атомних електричних станцій; доцент, доктор технічних
наук - Зотеев О. Є., магістр – Веклич І. О.

Supervisor - department of nuclear power plant; associate professor, doctor of technical sciences
–Zoteev O. E., master –Veklych I. O.

Аннотация. Объектом исследования статьи были оценки операционных рисков АЭС с целью повышения её надежности и экономичности с помощью экспертных методов.

Были рассмотрены методы управления операционными рисками и попытка их минимизации или снижения.

Также в статье была рассмотрен вероятностный анализ безопасности АЭС

Ключевые слова: риск, управление рисками, динамическая модель оценки рисков, концепция, подход, вероятностный анализ.

Анотація. Об'єктом дослідження статті були оцінки операційних ризиків АЕС з метою підвищення її надійності і економічності за допомогою експертних методів.

Були розглянуті методи управління операційними ризиками і спроба їх мінімізації або зниження.

Також в статті була розглянуто імовірнісний аналіз безпеки АЕС

Ключові слова: ризик, управління ризиками, динамічна модель оцінки ризиків, концепція, підхід, імовірнісний аналіз.

Annotation. The object of the study of the article was the assessment of the operational risks of nuclear power plants with the aim of increasing its reliability and efficiency using expert methods.

Methods for managing operational risks and attempts to minimize or reduce them were considered.

The article also, the article considered the probabilistic analysis of NPP safety

Key words: risk, risk management, dynamic risk assessment model, concept, approach, probabilistic analysis.

Підвищення експлуатаційної стійкості атомних електричних станцій, що експлуатуються в ринкових умовах, потребує рентабельною безпеки, в проведенні економічно дієвих модернізацій всіх виробничих процесів. В сучасних умовах необхідні системи і механізми управління, пов'язані з вагомістю ризику і економічними вигодами від зниження ризику. У цьому новому курсі для атомної енергетики починають працювати наші та зарубіжні спеціалісти.

На даний момент в багатьох галузях людської діяльності відбувається зміна концепцій управління ризиком. Зокрема, концепція "безпека - ризик" замінюється концепцією "сталій розвиток - ризик". І це виправдано: адже критики концепції безпеки (що розглядається як стан захищеності об'єкта) вважають, що АЕС слід "закрити" або через "недостачу захисту", або від її "надлишку" - оскільки АЕС будуть не доцільні з

економічної точки зору та не конкурентоспроможні. У новій концепції пропонується пов'язати експлуатаційну стійкість і розвиток АЕС з рівнем організаційно технологічного ризику, в якості якого розглядається операційний ризик (ОР). Однак без побудови інтегрованої системи управління ризиками, що включатиме операційну, стратегічні та фінансові ризики, неможливо забезпечити розвиток складних технічних систем. Тому слід відстоювати парадигму: захищеність від ядерної і радіаційної аварій необхідний, але недостатній критерій успішного функціонування атомних станцій, для забезпечення постійного розвитку АЕС необхідна система управління ризиками процесів у всіх напрямках діяльності.

Концепція управління ризиками.

Операційний ризик - це можливість виникнення збитків в результаті недоліків або помилок в ході здійснення внутрішніх процесів, пов'язаних з персоналом, системами, технологіями, а також внаслідок зовнішніх негативних впливів. До зовнішніх негативних впливів відносяться: природні катастрофи, терористичні акти, зміни вимог Регулюючих / Наглядових органів тощо. Слід наголосити, що якість технологічних процесів визначається рівнем операційного ризику, вираженого в грошовій формі.

«Ризик», відповідно до визначення, характеризується наступними властивостями:

- Невизначеність. Ризик існує тоді, і тільки тоді, коли можливий не єдиний розвиток подій;
- Негативний наслідок. Ризик існує, коли результат може привести до негативного наслідку;
- Наявність аналізу. Ризик існує, тільки коли сформована суб'єктивна думка, яка припускає можливість настання події і дана якісна, чи кількісна оцінка цієї негативної події майбутнього періоду (в іншому випадку це загроза або небезпека);
- Значимість. Ризик існує, коли певна подія має практичне значення і зачіпає інтереси хоча б одного суб'єкта.

Управління операційними ризиками – це спосіб прийняття рішень в умовах невизначеності та можливості виникнення подій або обставин (планових та непередбачуваних), які впливають на досягнення встановлених цілей та задач, спрямований на підвищення рівня стійкості підприємства та його розвиток.

Реалізація процесу управління ризиками забезпечується:

- розробкою і прийняттям схеми управління ризиком;
- участю вищого керівництва в управлінні ризиками;
- установам стратегії реакції на ризик;
- плануванням та впровадженням системи управління ризиками;
- встановленням організаційної структури та розподілу відповідальності за систему управління ризиками;
- комунікацією і навчанням;
- упровадженням культури управління ризиками;
- моніторингом процесу управління ризиками.

Управління ризиком охоплює внутрішні та зовнішні ризики, включає процеси визначення (ідентифікації) факторів ризику, оцінки та зменшення різних типів ризиків.

Процес управління ризиками включає наступні етапи:

- визначення (ідентифікація) факторів ризику;
- оцінка ризиків;
- обробка ризику (виключення, мінімізація, зменшення або прийняття ризику).

Ідентифікація факторів ризику і оцінка ризику є основними елементами процесу управління ризиками. Ідентифікація факторів і оцінка ризику дозволяє відповісти на наступні основні питання:

- які події можуть статись та їх причини (ідентифікація небезпечних подій);
- які наслідки цих подій;
- яка ймовірність їх виникнення;
- які фактори можуть зменшити несприятливі наслідки або зменшити ймовірність виникнення небезпечних ситуацій.

Ідентифікація факторів і оцінка ризику забезпечує:

- розуміння потенційних небезпек і впливів їх наслідків на досягнення встановлених цілей;
- отримання інформації, необхідної для прийняття рішень;
- розуміння небезпек та її джерел;
- ідентифікацію ключових факторів, які формують ризик, вразливих місць організаційних процесів та технічних систем;
- можливість порівняння ризику ВП ЗАЕС з ризиком інших АЕС, технологій, методів та процесів;
- обмін інформацією про ризики та невизначеності;
- інформацією, необхідною для ранжування ризику;
- запобігання нових інцидентів на основі дослідження наслідків інцидентів, що відбулися;
- вибір способів обробки ризику;
- відповідність правовим та нормативним вимогам;
- отримання інформації, необхідної для обґрунтованого рішення про прийняття ризику у відповідності з установленими критеріями;
- оцінку ризику на всіх стадіях життєвого циклу продукції.

Ідентифікація факторів і оцінка ризику є основою для прийняття рішень з обробки ризику. Вихідні дані оцінки ризику є вхідними даними процесів прийняття рішень.

Після аналізу і оцінки ризику необхідно вибрати метод реагування на ризик: ухилення від ризику, прийняття, скорочення або перерозподіл ризику (наприклад, страхування), шляхом розробки заходів, що призводять до допустимого рівня ризику (ліміту на ризик, що встановлюється внутрішніми нормативними документами). Ці заходи можуть включати програми управління технологічними активами з урахуванням пріоритетів по ремонту і заміні обладнання АЕС. Процедури реагування на ризик повинні бути підтримані засобами контролю, щоб гарантувати ефективність і своєчасність встановлених процедур. Зрозуміло, забезпечити ефективність процесу реагування на ризик неможливо без внесення змін до організаційно - функціональну структуру АЕС. У структурі управління АЕС повинні бути передбачені підрозділи координації управління ризиками, підлеглі керівництву АЕС, і служби контролю і аудиту, підлеглі керівництву компанії. Надзвичайно важливою є взаємодія органів управління компанії і управління ризиками. Керівництво компанії має погоджувати ресурси і цілі підприємства. Для такого узгодження необхідні відповідні стимули. Такими спонукають стимулами можуть бути сукупні ризики і чистий прибуток підприємства. Передбачається, що саме додана вартість з урахуванням ризиків може служити оцінкою діяльності керівника середньої та вищої рівнів управління АЕС, буде сприяти адекватному реагуванню на ризик в нинішніх кризових умовах.

В даний час "інші порушення" на АЕС (тобто неважливі для безпеки), коливаються в діапазоні 40 - 50 порушень на рік. Але це далеко не всі дані про виявлені негативні події. Можна припустити, що частота "незначних" негативних подій на АЕС суттєво вище

величини 50 подій / рік і, отже, для достовірної оцінки ОР інформації явно недостатньо. Що ж робити? Відповідь однозначна: для управління ризиками АЕС потрібна достовірна і повна інформація, доступна виконавчому керівництву в незалежності від їх територіального розміщення. По-перше, на АЕС необхідно створити інститут ризик-менеджерів, в чий обов'язки повинен входити збір даних про всі негативні події і пов'язаних з ними фактичних і можливих втратах. По-друге, необхідно створити інтегровану базу даних ризиків (ІБДР), в яку ризик-менеджери повинні заносити інформацію про ризики по стандартизованим лініях процесів, окремим процесам і бізнес-функцій. Дані повинні містити значення експертних показників операційного ризику, параметри статистичних розподілів по зрізу "лінії процесів - джерела ризиків".

Імовірнісний аналіз безпеки АЕС

Атомна енергетика є однією з небагатьох областей людської діяльності, в яких прогнозування наслідків прийнятих рішень і наслідків дій обслуговуючого персоналу, можливо лише засобами математичного моделювання фізичного експерименту. Оскільки об'єкти ЯЕ проектується як високонадійні системи, їх характеризує мала статистика відмов і порушень в роботі, включно з помилками персоналу.

Виявлення слабких місць є головним завданням імовірнісного аналізу безпеки ІАБ. Іншим завданням є прогнозування частоти подій, важливих для безпеки, з тим, щоб вона не перевищувала прийнятих нормативів, що випливають з минулого досвіду і, по суті, визначають страхування ризиків в умовах ринкової економіки. Основною проблемою є невизначеність як вихідних даних, так і використовуваних моделей об'єктів ядерної енергетики, що застосовуються для прогнозування частоти подій, важливих для безпеки. Імовірнісний аналіз безпеки для технічних складних об'єктів був створений з метою оцінки ризику від АЕС і виконаний в США групою професора Й.Расмуссена в 1975 р імовірнісний підхід дозволяє мати на виході функцію щільності ймовірності можливих наслідків. Але чіткого кількісного критерію, що розділяє події з порушенням нормальної експлуатації і рідкісні події не існує. Це залежить від підходу до імовірнісних критеріїв безпеки (ІКБ) і вимогам по надійності функціонування складних технічних об'єктів.

Імовірнісний підхід базується на моделі дерева відмов і дерева подій. Цей підхід має велику базу даних про всі події, інциденти та аварії на АЕС і забезпечений безліччю верифікованих розрахункових програм.

Методологія ІАБ складається з наступних етапів:

- постулювання або відбір вихідних подій аварій;
- визначення можливих шляхів розвитку аварій;
- створення банку даних надійності систем і елементів;
- аналіз надійності систем безпеки;
- облік людського фактору, що визначає надійність функціонування систем АЕС;
- аналіз фізико-хімічних процесів при всіх можливих шляхів розвитку аварій;
- оцінка ризику у в прийнятій інтерпретації.

Для вибору засобів безпеки і їх технічних характеристик створюється перелік вихідних подій (аварій) з їх властивостями. Всі проектні кошти, спрямовані на запобігання небезпечних наслідків, розробляються на основі комплексу нормативних вимог по надійності. Аварії, що розвиваються з цих подій, називаються проектними. До запроектних аварій (ЗПА) відносяться події, проти яких не передбачені системи безпеки через малу ймовірність таких подій. До ЗПА також відносяться вихідні події для проектних аварій, при яких системи безпеки не виконують покладені на них функції через виниклі порушень. Не всяка ЗПА може привести до тяжких наслідків.

Важкі аварії, пов'язані з розплавленням палива відносяться до малоймовірним подіям і в ранніх проектах АЕС не враховувалися. До новим реакторів ставиться вимога: навіть в разі тяжкої ЗПА з розплавленням активної зони гарантовано конструкцією реактора обмеження радіаційних наслідків майданчиком АЕС, без перевищення меж, при яких може потребуватися евакуація населення.

Основні положення оцінки ризику включають детерміністичний аналіз безпеки, виявлення слабких місць проекту. Як правило, ризик оцінюється для двох сценаріїв розвитку аварії - найбільш небезпечного і найбільш ймовірного. Для АЕС «Фукусіма-1» в якості найбільш небезпечного сценарію може бути обрана аварія з ініційоване подією «втрата технічної води», одночасно з яким відбувається відмова системи аварійного охолодження реактора.

Аварія не передбачена проектом з повною втратою теплоносія і відключенням всіх систем активного охолодження, розглядається як найбільш небезпечна. Особливу цінність представляють оцінки стану безпеки АЕС не за окремими показниками, пов'язаних зі станом конкретних систем, а з атомної станції в цілому. Тут застосовуються спеціальні критерії: ймовірність великих радіоактивних викидів в навколишнє середовище і ймовірність руйнування активної зони реактора протягом року, а також ймовірність смерті людини внаслідок аварії на АЕС.

Розрахунок чисельних значень цих параметрів проводиться для кожного енергоблоку на основі методів ІАБ, рекомендованих МАГАТЕ, двох рівнів: при рівні 1 розраховується сумарна ймовірність ТЗП за один рік; при рівні 2 - сумарна ймовірність великого аварійного викиду за один рік.

На основі результатів оцінки ризику будуються діаграми соціального ризику і матеріального збитку. У перелік підсумкових даних по оцінці ризику для АЕС рекомендується включати: число і ризик ранніх і віддалених випадків смерті серед населення і персоналу, економічний збиток в результаті заподіяння шкоди життю і здоров'ю населення, витрати на евакуацію та переселення людей.

Висновки

Сучасні ядерні реактори до кінця не виключають можливість важких аварій. Проведення ВАБ не може підвищити безпеку ядерної енергетики. Ні теорія ймовірностей, ні теорія нечітких множин, ні інші подібні теорії не в змозі адекватно описати або пояснити процеси, що впливають на безпеку АЕС. У загальній зв'язці з ВАБ вони представляють собою потужний математичний апарат. Математичні моделі можуть лише вказати з тієї чи іншої визначеністю на зв'язок окремих відмов (їх частоти) з ймовірністю події. Для забезпечення безпеки ядерних енергетичних об'єктів не можна нехтувати урахуванням навіть вкрай малоймовірних факторів ризику. Майбутнє атомної енергетики викликає багато суперечок і питань. Єдності думок немає. Роль НАЕК «Енергоатом» в економіці країни повинна визначатися не масштабами її виробництва, а можливістю стати лідером інноваційного сектора економіки. А значить треба змінювати менталітет, рівень промисловий культури. Створення нових енергетичних технологій, нового покоління АЕС - довгий інвестиційний проект з великим числом невизначеностей і ризиків.

Головний урок: які б зусилля не робилися по впровадженню досконалих технологічних систем, управляти ними буде людина, і якщо рівень його відповідальності і організованості не стане рости в пропорціях, що відповідають новим технологіям, бути впевненим у безпеці і надійності ядерної енергетики не можна .

Література

1. Управління ризиками організацій. Інтегрована модель. - Комітет спонсорських організацій Комісії Тредвея (COSO), вересень 2004 р. – С. 54-56.
2. Амеліна М. А., Саченко Л. А. "Примірка" Міжнародних стандартів ядерного страхування. –С. 89-90.
3. Ланглуа Люсіль, Фасер Ян, Джалал Ірей. Економічна ефективність модифікацій АЕС - переваги від зниження ризику. – С. 10-12.
4. Чупров В. А. АЕС тільки для багатих. Атомна стратегія, №3, 2007. - 30 с.
5. Ільїн К. І. Управління ризиками на радіаційно-небезпечних об'єктах. ГНЦ НДІАР. - 2009. - 11 с.
6. Бахметьев А. М. Поняття ризику і його використання в дослідженнях безпеки. Атомна енергія. - 2006. - Т. 101, вип. 3. - С. 177-182.
7. Харабет О. М., Зотєєв О. Є., Чулкін О. О., Зотєєв В. Про експертний пошук ресурсів для подовження терміну експлуатації енергоблоків АЕС. Безпека та ефективність атомної енергетики. - Одеса, 2016. - С. 58-62.
8. Сазикін Б. В. Управління операційним ризиком в комерційному банку. Вершина. - 2008. – 71 с.
9. Шоломіцкій А. Г. Теорія ризику. Вибір при невизначеності і моделюванні ризику: навч. посіб. - 2005. - С. 71-73.

Зотєєв Олег Евгениевич,
Зотєєв Олег Євгенович,
Zoteev Oleg,
Веклич Ілля Александрович,
Веклич Ілля Александрович,
Veklych Ilya.