

УДК 577.4:504.056

ЗАХИСТ АЕС ВІД ПОВІТРЯНОГО ТЕРОРИЗМУ

*С.І. Азаров, Г.А. Сорокін
(ІЯД НАН України, м. Київ)*

Представлено аналіз причин і джерел повітряного тероризму та їх можливий вплив на атомні електростанції України.

Запропоновані організаційно-технічні та управлінські шляхи покращення державного регулювання щодо захисту ядерних енергетичних установок від повітряного тероризму в нашій державі.

ВСТУП

Захищеність національних інтересів країни залежить від того, наскільки держава успішно здатна реагувати на зовнішні і внутрішні загрози та виклики. При цьому важливе значення набуває аналіз загроз національній безпеці у зв'язку з переходом до глобального енергетичного дефіциту і формуванням глобальної терористичної мережі [1]. Значною зовнішньою загрозою в сучасному світі став міжнародний тероризм і можливі акти тероризму ядерно-енергетичному комплексі (ЯЕК) України. Особливу тривогу викликає те, що виконавці терористичних актів спробують захопити та утримувати атомні електростанції (АЕС) та ядерні об'єкти для ядерного шантажу. Відомі спроби або заяви про наміри виконати акти ядерного тероризму [2-4]. Так у 1980 році загроза терактів проти АЕС США пуерторіканськими терористами; в 90-х роках листи з загрозою вибухів на Курській та Смоленській АЕС (Росія); у 1994 році – загроза вибуху на Інгалінській АЕС (Литва); у 1995 році саботажниками була засипана сіль у II охолоджуючий контур 3-го енергоблоку АЕС «Блейс» (Франція); у 2001 році – спрямування захопленого терористами літака цивільної авіації на АЕС у штаті Пенсільванія (США), однак він не долетів до неї.

Отже, для вирішення проблем захисту радіаційно-небезпечних об'єктів ЯЕК України, які потенційно можуть стати об'єктами терористичної діяльності, необхідно збільшувати до них увагу, вдосконалювати систему їхньої охорони та безпеки.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЗАГРОЗ ДЛЯ АЕС

В цей час основою української електроенергетики є чотири АЕС, які виробляють до 50% електроенергії в країні на 15 енергоблоках типу ВВЕР-1000 та ВВЕР-440 встановленою потужністю 13,8 ГВт.

Безпекою АЕС є здатність виконувати нею свої функції в обсязі не нижче заданого рівня протягом визначеного періоду часу в нормальних та екстремальних умовах експлуатації (при стихійних чи техногенних надзвичайних ситуаціях).

Основою класифікації умов роботи АЕС є дослідження вихідних подій, котрі можуть виникнути при її експлуатації.

Для аналізу безпеки АЕС розглядаються наступні вихідні події [5-7]:

Зовнішні фактори:

1. Природного походження: землетрус; повінь; екстремальні погодні події (смерч, блискавка і т.п.); підтоплення території (підйом рівня ґрунтових вод); зсуви різного генезису, обвали; розмиття берегів, схлів, русел, провали та осідання ґрунтів, у тому числі при підземному розмиві та карсті.

2. Техногенного походження: вибух за межами майданчику; пожежа за межами майданчику; прорив водосховища; викид запалювальних, вибухонебезпечних, токсичних, корозійних матеріалів; падіння літака (авіакатастрофа), його частин та інших предметів; осідання та струс ґрунту.

Внутрішні фактори: пожежа на майданчику; вибух на майданчику; падіння вантажу; відмова системи енерго- і тепlopостачання; помилки персоналу.

Розрізняють наступні категорії умов роботи АЕС [8,9]:

- перша – нормальні умови експлуатації (частота виникнення вихідного випадку постійна або часте виникнення);
- друга – незначні але часті інциденти (10-2-1 рік-1 на інцидент);
- третя – малоймовірні інциденти (10-4-10-2 рік-1 на інцидент);
- четверта – важкі аварії (10-6-10-4 рік-1 на аварію);
- п'ята – глобальна (гіпотетична) аварія або катастрофа (10^{-8} - 10^{-6} рік⁻¹ на катастрофу).

Безпека АЕС не являється поняттям незмінним та кінцевим. Вона змінюється завдяки поглибленню знань, що набуваються у результаті науково-дослідницької роботи, так і завдяки використанню нових даних, що отримуються в процесі експлуатації енергоблоків в Україні та інших країнах світу.

ПРИНЦИПИ ГЛИБОКО ЕШЕЛОНОВАНОГО ЗАХИСТУ АЕС

Питання забезпечення ядерної, радіаційної і теплотехнічної безпеки для атомної енергетики України є невід'ємною частиною її функціонування і пронизують всі сфери діяльності атомних станцій. Серед найбільш актуальних питань в цьому напрямі – забезпечення безпечної роботи реактора і обслуговуючих його систем відповідно до сучасних вимог Міжнародного агентства ядерної енергії (МАГАТЕ) [10,11].

Після Чорнобильської катастрофи світова спільнота переглянула підходи до оцінки рівня безпеки всіх діючих енергоблоків. У період з 1992 по 1998 рр. на всіх атомних станціях України були проведені міжнародні місії для перевірки відповідності рівня безпеки діючих ядерних установок міжнародним вимогам. Розроблені на основі результатів рекомендації викладені в документі «Проблеми безпеки атомних електростанцій з реакторами ВВЕР 1000/440 і їх категорії» IAEA-EBR-WWER-05. «Комплексна програма модернізації і підвищення безпеки атомних електростанцій», створена НАЕК «Енергоатом», ставила за мету усунення наявних проблем безпеки АЕС, відхилень від вимог національно-правових актів, які вступили в дію після введення в експлуатацію діючих енергоблоків, та/або зменшення дії цих відхилень на безпеку шляхом впровадження компенсуючих заходів; виконання Україною зобов'язань згідно Конвенції про ядерну безпеку і рекомендацій МАГАТЕ щодо підвищення безпеки АЕС з реакторними установками типу ВВЕР; аналіз безпеки енергоблоків АЕС і розробку на його основі Переліку заходів по підвищенню безпеки АЕС.

Принципи глибокоешелонованого захисту передбачають загальну стратегію здійснення заходів для забезпечення безпеки на АЕС. Основоположні принципи: жодна одинична помилка персоналу або механічна відмова не повинні завдати збитку населенню і навколишньому середовищу; комбінація маловірогідних відмов не приведе зовсім або приведе до незначного збитку. Це забезпечується створенням серії бар'єрів, що не мають потенційних загроз, а у форсмажорних умовах захищають, аж до свого руйнування, людину і навколишнє середовище від негативних подій. У принципах захисту розподіл подій на категорії. Початкова – стан нормальної експлуатації, при якому не виникає ніякої небезпеки для АЕС. Друга

категорія – коли збурення від очікуваних аномальних подій гасяться в результаті правильного спрацювання систем нормальної експлуатації. Важкі порушення можуть бути пов'язані з третьою категорією складних експлуатаційних подій, що входять в діапазон проектних аварій. Для цих подій на додаток до захисту, забезпечуваного системами нормальної експлуатації АЕС, можуть бути додані інженерно-технічні засоби безпеки для управління аварією. Самими останніми за шкалою важкості подіями є заплановані аварії, для них необхідні заходи по управлінню аварією, які можуть послабити наслідки порушень.

Надійність фізичних захисних бар'єрів підвищується в результаті застосування серії додаткових заходів, направлених на захист їх цілісності (адміністративний контроль, експлуатаційні межі, атестація і підготовка персоналу, відомчий нагляд, пожежна безпека, фізичний захист). Структура взаємодії між фізичними бар'єрами і рівнями захисту в принципах захисту АЕС при повітряному тероризмі представлена на рис. 1.

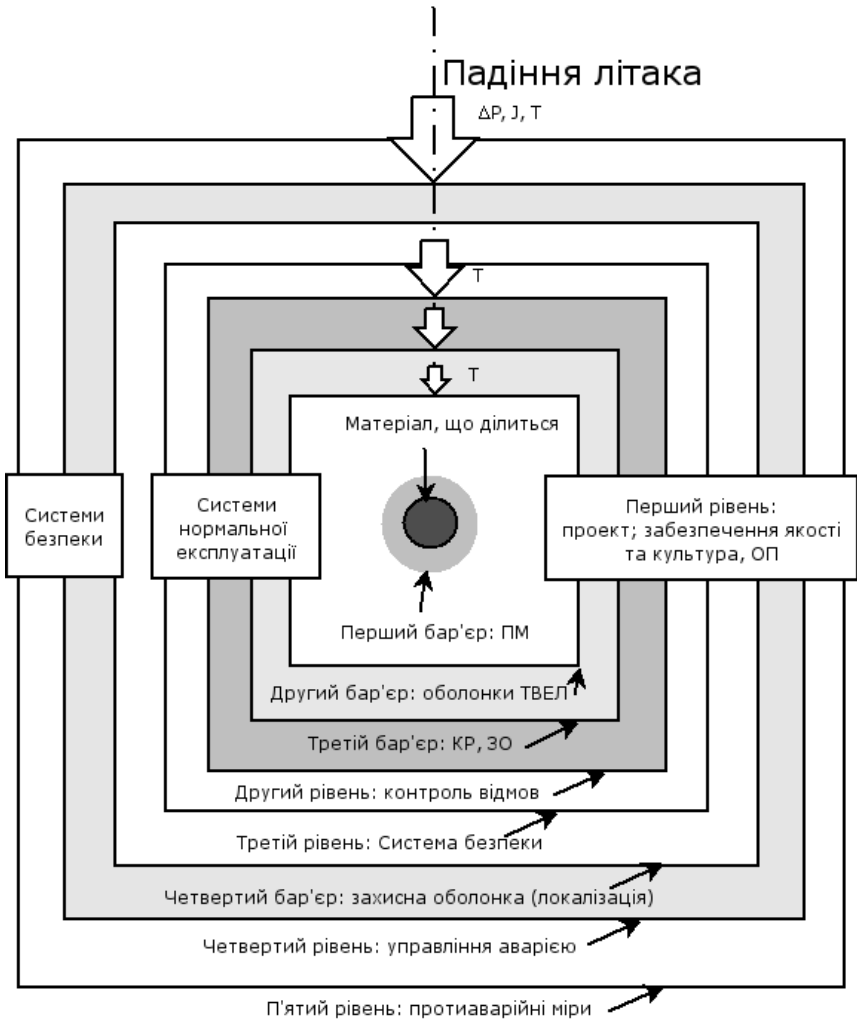


Рис. 1. Структура взаємодії між фізичними бар'єрами та рівнями глибокошелюваного захисту

Сутність принципів полягає в забезпеченні захисту наступних чотирьох фізичних бар'єрів на шляху розповсюдження радіоактивних речовин: паливної матриці (ПМ); оболонки тепловиділяючого елемента (ТВЕЛ); корпусу реактору (КР) і захисної оболонки (ЗО). Система технічних і організаційних заходів утворює п'ять рівнів глибокоєшелонованого захисту.

Створення умов, що запобігають порушенням нормальної експлуатації, утворює перший рівень. До нього відносяться оцінка і вибір майданчика, придатного для розміщення АЕС, розробка проекту реакторної установки на основі консервативного підходу з високими показниками захисту. Сюди входять також забезпечення необхідної якості систем і елементів АЕС і виконуваних робіт експлуатація станції відповідно до вимог нормативних документів, технологічних регламентів і інструкцій з експлуатації. Важливий елемент першого рівня – підтримка, на основі діагностики, в справному стані систем і елементів важливих для безпеки вживання профілактичних заходів до виявлених дефектів, заміна обладнання, що випрацювало ресурс, і організація ефективно діючої системи документування результатів робіт і контролю. Підбір персоналу АЕС і забезпечення необхідного рівня його кваліфікації для дій в умовах нормальної експлуатації, а також при аварійних ситуаціях і аваріях, формування культури безпеки є завершальною ланкою цього рівня захисту Запобігання проектним аваріям системами нормальної експлуатації утворює другий рівень. Сюди відноситься також своєчасне виявлення відхилень від нормальної роботи і їх усунення та управління при порушеннях нормальної експлуатації.

Запобігання аваріям системами безпеки утворюють третій рівень. Він реалізується запобіганням розвитку відмов обладнання і помилок персоналу в проектні аварії, а проектних аварій в запроектні із застосуванням систем безпеки. Цей рівень забезпечує послаблення наслідків аварій, які не вдалося запобігти, шляхом утримання радіоактивних речовин локалізуючими системами безпеки, що виділяються.

Управління запроектними аваріями утворює четвертий рівень. Він забезпечує запобігання розвитку запроектних аварій і послаблення їх наслідків, захист герметичної оболонки від руйнування при запроектних аваріях і підтримка її працездатності. Головним підсумком роботи рівня є повернення АЕС в контрольований стан, при якому припиняється ланцюгова реакція розподілу, забезпечуються постійне охолодження ядерного палива і утримання радіоактивних речовин у встановлених межах.

Планування заходів щодо захисту персоналу і населення утворює п'ятий рівень. До нього відносяться встановлення санітарної зони і зони спостереження довкола АЕС підготовка і здійснення при необхідності планів заходів щодо захисту персоналу і населення.

Концепція глибокоєшелонованого захисту здійснюється на всіх етапах життєвого циклу АЕС. Пріоритетною при цьому є стратегія запобігання вихідним подіям, особливо для першого і другого рівнів.

Для забезпечення рівнів захисту всі системи безпеки енергоблоків АЕС виконані за каналним принципом. Кожен канал складається з функціональних груп захисних, локалізуючих, забезпечуючих і управляючих систем безпеки. По своїй продуктивності, швидкодії і іншим чинникам кожен канал є достатнім для забезпечення ядерної, радіаційної, теплотехнічної і екологічної безпеки при різних режимах роботи реакторної установки, включаючи режим максимальної проектної аварії.

Найбільш відповідальною будівельною конструкцією АЕС є захисна оболонка будівлі реактору, призначення котрої – не допустити виходу радіоактивності у зовнішнє середовище у разі максимальної проектної аварії, обмежити викиди у разі запроєктних аварій, а також захистити обладнання та внутрішні конструкції будівлі реактору від можливих зовнішніх впливів. Як будівельна конструкція оболонка відноситься до першої категорії по безпеці та до першої категорії по сейсмостійкості, як механічна система – до локалізуючої системи безпеки другої категорії [10,12].

Захисна оболонка ядерного реактора відноситься до локалізуючих систем безпеки, що призначені для запобігання або обмеження виділення радіоактивних речовин або випромінювань в оточуюче середовище [12].

При проектуванні захисна оболонка розраховується на сприйняття найнесприятливішої комбінації навантажень на випадок аварії.

Проект захисної оболонки виконаний з урахуванням наступних екстремальних впливів [13]:

- максимальний розрахунковий землетрус потужністю 8 балів по шкалі МСК-64, спектр відгуку на ґрунті по нормам RG 1,60;
- удар летючого тіла масою 200 кг зі швидкістю 50 м/с;
- навантаження від торнадо класу F3 по шкалі Фуджити, яке включає максимальний вітровий тиск, максимальне падіння атмосферного тиску та удари летючих тіл, які несе вихор (автомобіль масою 1800 кг, снаряд 125 кг);
- навантаження від повітряної ударної хвилі з тиском на фронті 10 кПа та тривалістю фази стискання 1 с. Це навантаження відповідає можливим джерелам вибухової небезпеки всередині площадки АЕС;
- екстремальні вітрові і снігові навантаження, а також екстремальні температури.

Всі захисні оболонки існуючих 13 енергоблоків типу ВВЕР-1000 в Україні були виконані згідно проекту без урахування можливого використання терористами у якості руйнуючої сили наступного [14-16]:

- самовбивча атака на головний корпус та реакторне відділення великого за розмірами цивільного або військового літака з повними баками пального;
- направлене падіння літака 1-2 класу на АЕС повністю завантаженого авіаційним паливом та вибуховими речовинами;
- кероване попадання на АЕС дистанційно керованого літака з вибуховою речовиною.

При таких складних впливах (механічний удар – вибух та горіння авіаційного палива) можливе часткове або повне ураження захисної оболонки ядерного реактору, порушення в роботі систем ядерної безпеки, енергозабезпечення, обладнання контуру охолодження, пристроїв та каналів систем захисту, локалізації та ліквідації аварійного стану, неконтрольована зміна нормального режиму роботи реакторної установки, порушення критичності в активній зоні, вихід радіоактивних продуктів аварії за межі будівлі АЕС.

Загальними принципами забезпечення безпеки АЕС при повітряних терактах будуть [17,18]:

- незалежність безпечної експлуатації реакторної установки і систем важливих для безпеки від зовнішніх дій, у тому числі і падіння літака;
- неперевищення верхньої межі ризику при багатопараметричній дії і мінімізація дози опромінювання для персоналу і населення;
- відповідність надійності і міцності споруд і устаткування при ударі падаючого літака вимогам нормативів і стандартів;

- запобігання (обмеження зони аварії) розвитку аварійного процесу і мінімізація тяжкості наслідків;
- сповіщення, швидке реагування і управління важкою аварією.

Введення в дію оперативного плану при повітряному теракті повинне здійснюватися на основі аналізу даних критерійних параметрів, проектних і експлуатаційних меж.

ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ ДІЯЛЬНОСТІ АЕС ПРИ ПОВІТРЯНИХ ТЕРАКТАХ

За період з 1975 по 2004 роки у всьому світі відбулося 840 актів (по класифікації ІКАО) незаконного захоплення і використання літаків, внаслідок чого постраждало більше 6000 чоловік [19].

Під «повітряним» тероризмом розуміється незаконне захоплення літака, його угон і використання для керованого наведення (падіння) на наземні об'єкти, з метою нанесення збитку населенню і навколишньому середовищу. По термінології міжнародного агентства цивільної авіації (ІКАО), «кероване падіння літака», «Controlled flight into terrain (CFIT)», розуміється зіткнення пілотованого справного ПС з точковими (цільовими) об'єктами [8].

Трагічні події 11 вересня 2001 р. в США, пов'язані із захопленням терористами відразу декількох літаків, їх керованого падіння на всесвітній центр і інші об'єкти підвищеної небезпеки, загибеллю тисячі людей, руйнуванням будівель і споруд, ще раз показали факт незахищеності і уразливості будь-яких наземних об'єктів, у тому числі і АЕС, до можливих повітряних терактів [20].

У зв'язку з цим існує потреба в постійному вдосконаленні нормативно-правових документів і організаційно-технічних заходів направлених на створення умов, які зводили б до мінімуму реалізації актів повітряного тероризму, а також їх протидії через призму національної і екологічної безпеки, рахуючи одну з самих потенційно серйозних загроз для країни.

Україна є учасницею ряду міжнародних угод, які торкаються питань боротьби з повітряним тероризмом, таких як конвенції:

- «Про міжнародне визнання прав на повітряні судна», (Женева, 1948 р.);
- «Про збитки, зроблені іноземним повітряним судам третіми особами», (Рим, 1952 р.);
- «Про правопорушення і інші дії, які зроблені на борту повітряного судна», (Токіо, 1963 р.);
- «Про боротьбу з незаконним захопленням повітряних суден» (Гаага, 1970 р.);
- «Про боротьбу з незаконними актами, направленими проти безпеки цивільної авіації», (Монреаль, 1971 р.).

У Монреалі 24 лютого 1988 року був підписаний «Протокол про заборону незаконних актів насильства в аеропортах, які обслуговують міжнародні цивільні лінії повітряного повідомлення», який доповнив Монреальську конвенцію 1971 року.

Національне законодавство України з питань авіаційної безпеки базується на вимогах і положеннях викладених в «Конституції України», а також в наступних нормативно-правових документах: «Повітряний кодекс України», Закон України «Про транспорт», Указ Президента України «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України» від 18.10.2000 р. №1143-2000 «Про стан авіаційного транспорту і авіаційної промисловості України», а також проект Закону України «Про державну програму безпеки цивільної авіації».

До сфери протидії повітряному тероризму слід також віднести Закон України «Про основи національної безпеки України», «Про об'єкти підвищеної небезпеки», «Кримінальний Кодекс України», Указ Президента України «Про концепцію захисту населення і територій у разі загрози і виникнення надзвичайних ситуацій», «Про затвердження Програми попередження і реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру на 2000-2005 роки» (Ухвала КМУ від 22.08.2000 р.).

Практична реалізація даних нормативно-правових актів вимагає внесення змін до деяких законодавчих актів України, створення і упровадження певних організаційно-адміністративних заходів з метою швидкісної адаптації з міжнародними стандартами, розробки єдиних правил і процедур їх досягнення, а також створення цільової державної програми «По боротьбі з повітряним тероризмом і національної безпеки України», механізму регулювання і процесів її забезпечення на різних ієрархічних рівнях і єдиного контролю за її виконанням.

При цьому необхідно чітко визначити задачі, принципи і критерії забезпечення безпеки ЯЕК України при повітряному теракті, а також намітити шляхи по пом'якшенню і компенсації їх авіаційних наслідків. Основними задачами по забезпеченню безпеки АЕС від повітряних терактів є:

- усунення причин актів незаконного втручання в аеропортах, тобто створення таких умов, які б зводили до мінімуму спроби доступу, захоплення і несанкціонованого використання літака;
- встановлення науково-обґрунтованих принципів і критеріїв відповідності будівельних конструкцій АЕС вимогам стійкості і міцності до дії прикладеної зосередженої зовнішньої сили (для будівель I категорії безпеки);
- проведення досліджень за оцінкою граничних значень по відмовах систем безпеки і здійснення процедур по безпечній зупинці реакторної установки.

Для моделювання оцінки вразливості АЕС можна прийняти ряд ймовірних та серйозних терористичних загроз для ядерного реактору та його захисних бар'єрів (захисна оболонка «контайнмент», басейн зберігання відпрацьованого ядерного палива, блочний щит управління, системи важливі для безпеки і т.п.).

За останні роки за оцінками фахівців НАЕК «Енергоатом», Державного комітету по ядерному регулюванню, Міністерства транспорту та зв'язку, СБУ, МВС, МНС та інших міністерств виконується значний об'єм оперативних, організаційно-технічних та забезпечуючих заходів з удосконалення системи фізичного захисту АЕС України [4]:

- 1) уточнено комплект нормативно-правових документів по спеціальним системам безпеки та фізичного захисту аеродромів та АЕС України;
- 2) перепрацьовані плани удосконалення фізичного захисту аеродромів та об'єктів атомної енергетики;
- 3) проведені роботи по модернізації технічних засобів сповіщення та охорони, систем відеонагляду та вибухо- і металодетекторів в аеропортах і на АЕС;
- 4) удосконалені інженерні загородження та бар'єри по периметру аеродромів і проммайданчика АЕС;
- 5) переглянуті критерії та показники оцінки стану фізичного захисту об'єктів з урахуванням нових викликів реальних загроз;
- 6) узяті під захист приміщення де знаходяться блочні та резервні щити управління, басейни витримки відпрацьованого ядерного палива та інші ядерно та радіаційнонебезпечні об'єкти;
- 7) розроблені додаткові сценарії антитерористичних тренувань, з урахуванням можливих загроз та способів дій терористичних груп;

- 8) пред'явлені більш високі вимоги до підбору та підготовки співробітників служб безпеки та персоналу обслуговування;
- 9) підвищена ефективність проведення антитерористичних курсів, навчань і тренувань у внутрішніх військах МВС України;
- 10) скоректовані на територіях підвищеної небезпеки рубежі оборони та зони відповідальності;
- 11) проведено ешелонування сил і засобів, що призначені для виявлення та відбиття можливих повітряних нападів та диверсій;
- 12) розроблені плани локалізації аварій та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- 13) активізована робота по виявленню людей, що схильні до вживання спиртних напоїв та наркотиків серед пілотів та персоналу, а також тимчасово працюючих у аеропортах та АЕС;
- 14) впроваджена система регулярних перевірок та інспекцій в аеропортах та АЕС та підвищені вимоги до їх результативності;
- 15) підвищені вимоги до професійної та морально-психологічної підготовки штатних співробітників служб безпеки, особливо в області фізичної та вогневої підготовки;
- 16) удосконалено пропускний режим на контрольно-пропускних пунктах та розроблені нові пристрої виявлення несанкціонованих переміщень ядерних та вибухових речовин у аеропортах та АЕС;
- 17) підвищені рівні підготовки аварійно-рятувальних формувань та команд, організація їх всебічного управління та взаємодії з різними аварійно-рятувальними службами та підрозділами для мінімізації та ліквідації надзвичайних ситуацій, що пов'язані з повітряними терористичними нападами;
- 18) визначено необхідним більш чітке розподілення відповідальності, виключення дублювання функцій та підвищення ефективності взаємодії в забезпеченні захищеності громадської авіації та АЕС від повітряних терактів різними міністерствами та відомствами.

За оцінками експертів щорічні затрати на реалізацію цих міроприємств складуть до 60 млн. грн. для закупки відповідного спец обладнання та до 10 млн. грн. на доплати співробітникам контролюючих органів.

ВИСНОВКИ

Дослідження проблем, що пов'язані з попередженням терористичних актів, диверсій і надзвичайних ситуацій техногенного характеру на ЯЕК України дає змогу зробити наступні висновки:

- наявна нормативно-правова база забезпечення безпеки та захисту АЕС від терористичних посягань на забезпечує реальний стан конструктивної надійності систем безпеки реакторної установки;
- аналіз отриманих даних про поведінку захисних бар'єрів АЕС при повітряних терактах і зовнішніх навантаженнях дозволяє зробити висновок про необхідність більш глибоких досліджень по запобіганню або послабленню наслідків падіння літака, шляхом використання тепло ізолюючих матеріалів або активних засобів захисту, в тому числі і з подачею речовин вогнегасіння безпосередньо у центральний зал реакторної установки;
- в наступних проєктах АЕС необхідно виконувати захисну оболонку з двох циліндричних: внутрішньої металічної, та зовнішньої із залізобетону без попереднього напруження, розрахованої на екстремальні сполучені впливи;

- водночас недостатнє застосування у ряді міністерств та відомств технічних засобів та заходів з попередження та розкриття умов для проведення повітряного теракту, кількісних науково-обґрунтованих методів і експертних систем підтримки прийняття рішень, відсутність єдиної системи моніторингу терористичних загроз та інформаційного забезпечення вказують на подальші напрямки вдосконалення системи фізичного захисту та безпечної експлуатації ЯЕК країни у майбутньому.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горбулин В.П. Проблемы безопасности в контексте перспектив мирового развития // Стратегічна панорама. – 2007. – №1.
2. Национальная и глобальная безопасность. Супертерроризм – новый вызов нового века / Под. Ред. А.В. Федорова. – М.: «Права человека», 2002.
3. Белоус В. Ядерный терроризм в современном мире // Ядерная безопасность – М.: 2000. – №34-35.
4. Азаров С.И., Сорокин Г.А. Воздушный терроризм и безопасность АЭС // Ядерні та радіаційні технології. – 2004. – т.4.
5. Сорокин Г.А., Азаров С.И. Анализ уязвимости инфраструктуры ЧАЭС к воздушным терактам // Тези доповідей VI конференції Міжнародного Чорнобильського центру, Славутич, 2003.
6. IAEA Safety Guide No. 50 – SG – S5, «External Man-Induced Events in Relation to Nuclear Power Plant Siting», IAEA, Vienna, 1983.
7. Про затвердження Положення про порядок розслідування та обліку порушень в роботі атомних електричних станцій – Наказ Державного комітету регулювання України від 01.12.2004, №184.
8. Prassinis, P. G. and C. Y. Kimura, «Aircraft Crash Assessment of U.S. Nuclear Power Plant Sitings Using the NRC Methodology», LLNL, UCRL-JC-128664, February 20, 1998.
9. 1 NUREG/CR-4839. Methods for External Event Screening Quantification: Risk Methods Integration and Evaluation Program (RMIEP) Methods Development.
10. НП 306.1.02/1.034-2000. Загальні положення забезпечення безпеки атомних станцій (ЗПЗП-2000).
11. Safety issues and their Rorirny for WWER-1000 Model 320 Nuclear Power Plants, IAEA-EBP-WWER. No 5. 15 May 1997.
12. Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (ГН АЭ Г-Э-008-89). – М.: Энергоатомиздат. 1990.
13. Реакторная установка В-320. Техническое обоснование безопасности реакторной установки 320.00.00.00.000 Д61.
14. Азаров С.И., Сорокин Г.А. Застосування імовірнісного методу для оцінки вразливості АЕС при падінні літака // Ядерные и радиационные технологии. 2006. т. 6, №3-4.
15. Сидоренко В.Л., Азаров С.И., Сорокин Г.А. Чинники, що враховуються при розрахунку захисних бар'єрів АЕС при авіаційній події // Зб. наук. Праць СНУЯЕ та ІІ, Севастополь, – 2009. – Вип. 3(31).
16. С.І. Азаров, Г.А. Сорокин. Вразливість АЕС по відношенню до повітряних терактів / Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля. – 2009 р. – Вип. 12.

17. Азаров С.І., Сорокін Г.А., Сидоренко В.Л. Метод оцінки безпеки захисної оболонки ядерного реактору при зовнішніх впливах // Зб. наук. праць СНЯЕП та П. – 2009. Вип. 1(29).
18. Азаров С. І., Сорокін Г.А. Розрахунок температурних процесів, що відбуваються в захисній оболонці АЕС при авіакатастрофі. / Ядерна та радіаційна безпека. Київ., 2009. – №2.
19. Азаров С.І., Сорокін Г.А. Ядерний тероризм і національна безпека. // Екологія і ресурси: Зб. наук. праць інституту проблем національної безпеки. – Київ.: ПНБ, 2004. – №10.
20. Азаров С.І., Сорокін Г.А. Авіаційні катастрофи та їх можливий вплив на безпеку об'єктів підвищеної небезпеки //Екологія та ресурси. Зб. наук. праць. Київ: ПНБ, 2007. – №16.