

## **Безопасностна защита**

Димитринка Атанасова

*Резюме:Разглеждат се методи , анализи и аварийни планове за работа с ядрени съоръжения, опазване на хора и околна среда, както и последици от неспазване на мерки и препоръки свързани с този тип дейност.Изследват се ядрената безопасност и радиационната защита на тези съоръжения.*

## **Safety protection**

Dimitrinka.Atanasova

*Abstract: Study methods, analysis and contingency plans for nuclear installations, protection of people and the environment and the consequences of failure of measures and recommendations related to this type work. Nuclear safety and radiation protection of these facilities are explored.*

### **1.Въведение:**

Методите разглеждани в този доклад спомагат за оценяването на риска и последиците от неспазване на предписанията за защита на съоръжения и персонал , както и планове и методи за предотвъртяване на рискови ситуации и контрол на ядрени съоръжения.

**2. Предписания за безопасна експлоатация на ядрени съоръжения и препоръки към персонала и околната среда, аварийен план на ‘АЕЦ Козлодуй’.**

Безопасностното управление на съоръженията на територията на Р.България се определя от критериите за аварийна готовност , който са заложиени в Аварийния план на всяко от тях. В аварийния план на ‘АЕЦ Козлодуй’ се разглеждат няколко основни етапа , чрез който се цели:

- поддържане на постоянна аварийна готовност на персонала на ‘АЕЦ Козлодуй’ ЕАД за провеждане на неотложни мероприятия в случай на авария на територията на ‘АЕЦ Козлодуй’ ЕАД;
- постигане максимална ефективност на :

- Управлението на аварията, възстановяване контрола върху съоръжението, обекта или дейността, включително при комбинация от авария и други извънредни ситуации, като взрив, пожар, наводнение, земетресение и ограничаване на последствията от нея.
- Мерките за защита на персонала на 'АЕЦ Козлудуй' ЕАД, населението и околната среда, насочени към предотвратяване на сериозни детерминистични ефекти и намаляване на риска от стохастични ефекти до разумно достижим минимум.

Аварийният план регламентира организация, различна от тази при нормална експлоатация, и определя реда за действие при:

- Надпроектни аварии:
- Събития и проектни аварии, които могат да доведат до непроектен път на развитие на аварията;
- Изключителни събития в резултат на човешка дейност извън промплощадката на 'АЕЦ Козлодуй' ЕАД стихийни бедствия, пожари и други, нарушаващи сигурността и безопасността на 'АЕЦ Козлодуй' ЕАД.

Основни изходни данни на базата на които е разработен Аварийният план са:

- Проектна документация;
- Извършените до 2005 г. допълнителни инженерни анализи и оценки на безопасността;
- Изисквания на действащи национални и международни актове;
- Утвърдени общоприети стандарти и практики в областта на аварийното планиране и готовност, ядрена безопасност и радиационна защита.

По своя характер Аварийният план е отворена система, включваща процедура за регулярно актуализиране и допълване.

Предмет за разглеждането и класифицирането в Аварийният план са както радиационните аварии, характеризиращи се с нарушаване на определените в нормативните документи предели за радиационно въздействие върху персонала, населението и околната среда, така и събития без преки радиационни последствия (нерадиационни / конвенционални аварии), създаващи реални или потенциални предпоставки за значително понижаване на нивото на безопасност на съоръженията, персонала и околната среда.

Своевременната и адекватна оценка на характера на аварийната ситуация и възможните последствия е една от най-важните предпоставки за провеждане на ефективни защитни и ограничаващи мероприятия.

### **3. Определяне на аварийни състояния.**

Определянето на аварийното състояние се извършва въз основа на настъпили изходни събития и състояние на реакторната установка, на ядреното гориво (вкл.и при презареждане и съхраняване в БОГ и ХОГ ).

Аварийното състояние се определя съгласно процедурите за първоначална оценка на изходно събитие и за периодична оценка на състоянието на съоръженията на базата на:

- Информация за самата централа;
- Състояние на системите на реактора;
- Радиационна обстановка в централата;
- Състояние на хранилището за отработило гориво (ХОГ);
- Състоянието на безопасността на централата (различни събития, стихийни бедствия и др.)
- Мощност на дозата около централата.

### **4. Видове аварийни състояния**

Аварийните състояния се класифицират съгласно Наредбата за аварийно планиране и аварийна готовност при ядрена и радиационна авария и дефинициите на IAEA-TECDOC-953(955), по отношение на възможните последствия и свързаните с тях мероприятия, които трябва да бъдат изпълнени.

#### ***Обща авария***

Клас 'обща авария' е авария, включваща реално или възможно изхвърляне на радиоактивни вещества и облъчване на персонал и население, което налага предприемане на незабавни защитни мерки за населението.

При обявяване на обща авария се предприемат незабавни мерки за намаляване на последствията от аварията и за защита на персонала и на населението;

### ***Местна авария***

Клас 'местна авария' е авария, включваща значително намаляване на степента на защита на персонала и на лица в радиационнозащитната зона.

При обявяване на местна авария се предприемат незабавни мерки за намаляване на последствията от аварията и за защита на персонала и се подготвя прилагането на защитни мерки за населението.

### ***Локална авария***

Клас 'локална авария' е авария, включваща значително намаляване на степента на защита на персонала, без риск за населението.

При обявяване на локална авария се предприемат незабавни мерки за намаляване на последствията от аварията и за защита на персонала.

### ***Тревога***

Клас 'тревога' са настъпили събития, в резултат на които нивото на безопасността е неизяснено или значително се снижава.

При обявяване на тревога се прави оценка на ситуацията и се предприемат мерки за повишаване на готовността за изпълнение на аварийните планове.

Предпазването от тези аварий става чрез няколко метода и принципа заложи в ядрената безопасност.

Един от тях е принципа ALARA ( ALARP )

ALARA – As Low As Reasonably Achievable - толкова ниски колкото е разумно постижимо.

ALARP – As Low As Reasonably Practicable - толкова ниски колкото е разумно осъществимо.

Този принцип се състои в контрол над дозовите натоварвания ( индивидуални и колективни за население и персонал ) и количеството на изхвърлените в околната среда радиоактивни продукти .

Принципа ALARA ( ALARP ) се дели на три области :

а) област на висок риск – рискът тук е неприемлив, без значение от ползите , които са свързани с дейностите.

б) област на среден риск – рискът тук може да бъде допуснат при определени условия и ако бъде доказано , че е възможно в бъдеще да бъде понижен значително .Дейностите са съпроводени с адекватен периодичен контрол.

в) област на нисък риск – тук не се изискват никакви специални мерки, които се отличават от обичайните предпазни мерки .

Друг метод е дълбоко ешалонираната защита или защитата в дълбочина . Този метод се състои в прекратяване на деградацията на активната зона на реактора . Концепцията на метода се състои от пет нива :

1.Предотврътяване на аварии и инциденти и поддържане на условията за експлоатация на ЯЕЦ в рамки , изключващи възникването на аварии. Това става чрез избор на площадка ,зони с обособен статут, както и консервативни подходи при проектиране.

2. Установяване на откази , отстраняване на дефекти както и системи за диагностика и мониторинг .

3.Предотврътяване на преход от отклонения от нормална експлоатация в авария, както и ограничаване на последствията от аварии.

4.Предварително планирани и системно третирани мероприятия за управления на аварии.

5. Аварийно реагиране извън площадката с цел смекчаване на последствията от изхвърлянето на радиоактивни материали в околната среда чрез аварийно планиране и аварийна готовност , както и вътрешни и външни аварийни планове.

Първите три нива са ориентирани към предотврътяване на аварийте , а последните две , към ограничаване на последствията от аварии.

Следващ метод е чрез радиологически бариери и контрол включващ физическите бариери и надеждност на системи .

Физическите бариери се делят на четири нива :

1. Първо ниво , включващо матрицата на горивото .
2. Второ ниво състоящо се от обвивките на топлоотделящите елементи .
3. Трето ниво съставено от границите на първи контур.
4. Четвърто ниво в което е включена защитната обвивка (контеймент).

Основн роля при предотвъртяване на аварийте и ограничаване на последствията от тях заемат системите за безопасност.Те са в състояние да изпълняват своите функции , единствено и само когато е гарантирана тяхната надеждност. Високата степен на безопасност се гарантира чрез надеждността на системите за безопасност, като по този начин се понижава риска от аварии и радиационни последствия.

Надеждността на системите се осигурява чрез няколко способа:

1.Принцип на пасивно действие – чрез използване на естествени процеси в системите за безопасност , които намаляват зависимостта им от външни източници на енергия и работна среда. Става чрез :въвеждане на органите на аварийна зщита в активната зона под действието на силата на тежестта, естествена циркулация на топлоносителя в I-ви контур и др.

2.Резервиране- дели се на три вида:

А) Структурно резервиране- чрез резервни елементи или резервни канали в системите за безопасност и се характеризират с кратност на резервирането.

Б) Функционално резервиране - представлява способността на някои от елементите на системите за безопасност да са в състояние да изпълняват и други функции освен тези на техните системи или системи за нормална експлоатация да изпълняват и защитни функции.

В) Резервирането по време – осигурява се висока акумулираща способност на механична енергия или топлина, с което се намалява скоростта на протичане на аварийните процеси.

3.Разделяне- дели се на два вида:

А) Структурно-функционално разделяне – изключват се общите елементи и връзки в технологичните схеми, както и общите управляващи и осигуряващи системи на системите за

безопасност, при прилагането му се предотвъртват отказите на системите за безопасност по вътрешни причини.

Б) Физическо разделяне –чрез проектиране със структурно-независими канали , пространствено разделени и физически защитени от въздействия по общи причини , се предпазват системите от откази по общи причини.

4. Разнообразие- достига се чрез използване на управляващи системи , в които аварийният сигнал се получава на основата на параметри , които имат различна физична природа ( мощност и налягане ; мощност и неутронен поток)

5. Повишаване на безопасността на елементите – чрез усъвършенстване на конструкцията на елементите, технологията на производството и монтажа им.

6. Организационно-технически мерки – чрез контрол на състоянието на системите и в организацията на възстановяване на работоспособността им при отказ.

Системите за безопасност се класифицират в четири групи :

1. Защитни системи : те предотвъртват аварията и ограничават повредите на ядреното гориво , съпроводени с отделяне на радиоактивни продукти на делене. Основните защитни системи са системите за аварийно спиране (заглушаване) на реактора и системите за аварийно отвеждане на остатъчното топлоотделяне в реактора . Такива системи са : авариината защита, задействаща се по сигнал от различни инициатори ( намалено ниво в компенсатора на налягане, понижено налягане в I контур ) , тя действа на пасивен принцип . Друга система е система за аварийно охлаждане на зоната , тя бива активна и пасивна.
2. Локализиращи системи : те предотвъртват и ограничават нерегламентирано разпространение на освободени при авария радиоактивни вещества както на територията на централата , така и в околната среда . Основни локализиращи системи са : спринклерна система- служи за понижаване на налягането в основния контур в случай на LOCA ; контейнмент - представлява херметична обвивка около основния контур, която ограничават изхвърлянията на радиоактивни продукти в околната среда и предпазва контура от външни въздействия (падане на самолет, наводнения и други)
3. Управляващи системи – те усъществяват привеждането в действие на системите за безопасност , както и контрола и управлението при изпълнение

на функционалното им предназначение. Те се основават на два основни принципа : принцип на резервиране и принцип на разнообразие на сигналите. Изградени са на многоканален принцип при съблюдаване на физическото разделяне и независимост на отделните канали.

4. Осигуряващи системи- те осигуряват енергия и работна среда на системите за безопасност и гарантират нормалното им функциониране. Такива системи са : системи за аварийно електрозахранване – използват се при пълно обезточване на блока : акумулаторни батерии; дизел-генератори ( стационарни и мобилни ) ; аварийно електрозахранване от електропреносната система .

Скалата ИНЕС е международна скала за ядрени събития въведена през 1990г. От Международната агенция за атомна енергия (МААЕ) за да улесни комуникирането на информация свързана с безопасността при възникване на ядрени инциденти. Скалата се състои от седем нива (степени) на опасност и едно нулево ниво означаващо липса на опасност . Скалата е логаритмична и всяко ниво обозначава инцидент приблизително 10 пъти по-сериозен от предишното (по-ниско) ниво.

1.Степен 0 – събитие с отклонение под скалата – без отношение към безопасността, примерите за такива събития са множество.

2.Степен 1 – аномалия – отношение към защитата в дълбочина : облъчване на човек от населението превишаващо допустимата годишна доза, максимални проблеми с част от защитата, при оставащи значителни мерки за сигурност, изгубен или откраднат източник, устройство или транспортен пакет с ниска радиационна активност. Примерите за такива събития са множество.

3.Степен 2 – инцидент – отношение към население и околна среда : облъчване на човек от населението превишаващо 1mSv,облъчване на работник превишаващо допустимата годишна доза. Отношение към радиологическите бариери и контрол : радиационни нива в оперативната зона по-големи от 50 mSv/h, значително радиационно замърсяване в зона където това не е предвидено по дизайн.Отношение към защитата в дълбочина: значителни откази на мерките за безопасност, но без реални последствия ; намерен силно радиоактивен запечатан изоставен източник, устройство или транспортен пакет с непокътнато обезпечение на сигурността; неправилно пакетирани силно радиоактивен запечатан източник. Примерите за такива събития са множество.

4.Степен 3 – сериозен инцидент – отношение към население и околна среда : облъчване превишаващо десет пъти допустимата годишна доза за работниците,



несмъртоносен детерминиран ефект на радиацията върху здравето(изгаряне).Отношение към радиологическите бариери и контрол : скорост на облъчване по-голяма от 1Sv/h в оперативната зон; сериозно радиационно замърсяване в зона където това не е предвидено по дизайн, с малка вероятност за значително облъчване на населението.Отношение към защитата в дълбочина : близо до авария събитие при което са изчерпани мерките за безопасност; изгубен или откраднат силно радиоактивен запечатан източник; неправилно доставен силно радиоактивен запечатан източник при липса на адекватни процедури за боравене с него.

5.Степен 4 – авария с локални последствия - отношение към население и околна среда : минимално изпускане на радиоактивен материал което вероятно няма да доведе до изпълняването на планирани контрамерки освен местен контрол на храните; поне една жертва на радиация. Отношение към радиологическите бариери и контрол : стопяване или повреждане на гориво в резултат на което е изпуснато повече от 0,1% от инвентарното количество; изпускане на големи количества радиоактивен материал в инсталация с голяма вероятност за значително облъчване на населението.

6.Степен 5 – авария с широки последствия - отношение към население и околна среда : ограничено изпускане на радиоактивен материал което вероятно ще наложи извършването на някои планирани контрамерки; няколко жертви на радиация. Отношение към радиологическите бариери и контрол : тежки повреди на активната зона на реактора; изпускане на големи количества радиоактивен материал в инсталация с голяма вероятност за значително облъчване на населението. Примерите за такива събития са : аварията в „Три майл айлънд“.

7.Степен 6 – сериозна авария – отношение към население и околна среда : значително изпускане на радиоактивен материал което вероятно ще наложи извършването на планирани контрамерки. Примерите за такива събития са : авария в ядрен комплекс Маяк.

8.Степен 7 – крупна авария – отношение към население и околна среда : голямо изпускане на радиоактивен материал с обширни последствия за здравето и околната среда изискващи извършването на планирани и допълнителни контрамерки. Примерите за такива събития са : авария в чернобилската атомна електроцентрала “ В. И. Ленин “ в Украйна ; аварията в АЕЦ “Фукушима 1”.

## **5.Последици от неспазване на предписанията за аварийна готовност.**

Поради спецификата на ядрените аварии , всяка такава е пряко свързана с човечеството, тъй като оказва сериозно влияние на здравето и живота на отделните индивиди.Поради тази причина в света има създадени организации за контрол ,безопасност и сигурност на ядрените съоръжения и разпространение на ядрената наука и технология, такива организации са : Международната агенция за атомна енергия (МААЕ) , договор Евратом сключен в рамките на сътрудничеството с Европейския съюз, асоциация на западноевропейските органи за ядрено регулиране (WENRA) , чрез тези организации се осъществява строг контрол върху управлението на ядрените съоръжения.В Р. България съществува Агенция за ядрено регулиране (АЯР), която се занимава с контрола на ядрените съоръжения на територията на Р. България , а също така спомага за разпространение на информация относно безопасността на ядрените съоръжения , като по този начин повишава доверието на хората към ядрената енергетика. Поради неспазване на изисквания или пренебрегване на препоръки света наблюдава няколко сериозни ядрени аварии. Всяка от тях би могла да бъде избегната , ако се спазваха всички препоръки , затова е жизнено важно да се разбере че всяко заобикаляне или нарушаване на дадено правило причинява сериозни щети както от материален характер , така и такива свързани със здравето и живота на хората. За да разберем сериозността от пренебрегването на законите , трябва да разгледаме аварията които се случиха през изминалите години:

Аварията в ядрен комплекс Маяк в Русия : Между 1948 и 1956 г. ядрените отпадъци от електроцентралата в Маяк се изхвърлят директно в река Теча. Ядрени отпадъци са изсипвани и в езерата на Западен Сибир. Едно от тях изсъхва по време на горещо лято и буря разнася ядрен прах върху голяма площ около езерото. На 29 септември 1957 г. в завода за атомно оръжие “Маяк”, в Южен Урал (близо до границата с Казахстан), експлодира бетонен резервоар с 80 тона високорадиоактивна течност – отпадъци от съветското производство на ядрени оръжия. През 1957 година в един от подземните резервоари на “Маяк” се случва нещо непредвидено. Той съдържа течност – смес от силно радиоактивните изотопи стронций-90 и цезий-137. Тъй като при разпадането им се отделя топлина, резервоарът е трябвало постоянно да бъде охлаждан. В края на септември обаче една от помпите спира да работи, а системата за контрол не отчита повредата. Течността прегрява и предизвиква мощна експлозия. Във въздуха изтичат с близо 750 млн. гигабекерела повече радиоактивни вещества, отколкото при аварията през 1986 година в “Чернобил”. Един участък земя, дълъг 300 км и широк 40 км, продължава да е радиоактивно заразен.

Аварията в "Три майл айлънд": На 28 март 1979 г. във втори енергоблок на атомната електроцентрала „Три майл айлънд“, намираща се в близост до град Харисбърг, щата Пенсилвания в САЩ, се случва една от големите аварии в историята на ядрената енергетика. След отказ на оборудване във втори кръг на реактора (блокиран клапан) около 4 ч. сутринта на 28 март 1979 г. и две поредни операторски грешки се стига до изпускане на голямо количество реакторен охладител от първи кръг на реактора. Това води до прегряването и частичното разтопяване на активната зона на водно-водния реактор и изпускане на радиоактивни продукти в херметичната зона. Повредата в оборудването е последвана от серия грешки на операторите, които не разпознават основната причина - загуба на реакторния охладител и не могат да изтълкуват своевременно подаваната от компютъра информация за състоянието на реактора. Към 6 ч сутринта херметичната зона на реактора е залята от около 120,000 л. радиоактивна охладителна течност и едва тогава се активира алармената система за повишен радиационен фон.

Аварията в Чернобил: На 26 април 1986 г. в Чернобилската атомна електроцентрала "В. И. Ленин" в Украйна с реактори тип РБМК, тогава част от Съветския съюз (СССР) възниква най-тежкия инцидент в историята на ядрената енергетика. Аварията разрушава напълно реакторното помещение на четвърти блок на централата и създава облак от радиоактивни отпадъци, който преминава над части от СССР, Източна Европа и Скандинавския полуостров. Чернобил се превръща в синоним на глобалната технологична катастрофа. Обширни райони в Украйна, Беларус и Русия са замърсени и за първи път по екологични причини са преселени огромен брой хора. Интересен факт е, че 3 години преди аварията в Чернобил става авария с реактор от подобен тип (1-во поколение РБМК-1500) в Игналинската АЕЦ (Литва). Аварията в Игналина възниква при условия, които са до известна степен подобни с чернобилската авария — при работа на реактора на висока мощност сработва аварийната защита (с цел бързо понижаване на мощността на реактора), която поради същия конструктивен дефект вместо да понижи мощността на реактора, временно я повишава многократно, като довежда до изключително сериозна повреда в активната зона на реактора, но въпреки това игналинският РБМК оцелява. Инцидентът в Игналина е бил известен на конструкторите на чернобилските реактори (тъй като се случва именно по време на строежа на 4-ти блок в Чернобил). Въпреки това не са взети мерки за промяна на конструкцията на контролните пръти на реакторите от тип РБМК, тъй като се е считало, че причината за аварията в Игналина е била грешка на оператора. Инцидентът повдига въпроса за безопасността не само на съветската ядрена енергетика, а за безопасността на използването на ядрената енергия въобще.

Аварията в АЕЦ "Фукушима 1": На 11 март 2011 г. В АЕЦ "Фукушима" разположена в близост до град Окума, префектура Фукушима в Япония в следствие на земетресение и последвала 14 метрова вълна цунами която залива централата , настъпва една от най-тежките аварии в историята на ядрената енергетика. Вълната наводнява централата, поврежда електрогенераторите и електрониката в блоковете и прекъсва външното електрозахранване на централата. Щетите от земетресението затрудняват бързата външна намеса в засегнатия район. В 8:36 българско време на 12 март избухва взрив в 1 блок, в резултат на който се разрушава бетонната конструкция на сградата на енергоблока. Причината за взрива е изпускане на водород в резултат от падането на равнището на водата в реактора и прегряване на активната зона. Корпусът на реактора не е пострадал, но щетите по железобетонната конструкция са сериозни. В 5:04 ч. българско време на 14 март се случват два последователни взрива на трети блок в резултат на натрупване на водород под покрива на енергоблока. Секретарят на японското правителство съобщава, че реакторът и стоманената му обвивка не са повредени, но японската агенция за ядрена безопасност заявява, че не може да определи дали при взривовете има изхвърляне на радиация. Железобетонната конструкция на сградата на трети енергоблок е сериозно повредена. В 9:03 българско време системата за охлаждане на реактора във втори енергоблок спира да работи и започва впомпване на морска вода както и при другите два реактора. Експерти не изключват, че поне в един от реакторите е настъпило стопяване на горивните елементи. След тази авария човечеството отново обърна поглед към атомната енергетика и безопасността от използването на ядрена енергия.

Тези аварии накараха човечеството да се запита има ли полза от ядрената енергетика, а също така дали рисковете и минусите не са по големи от предимствата. По тези причини организациите занимаващи се с контрол на ядрените съоръжения се стремят да информират хората за всички предимства на ядрената енергетика, както и за възможните рискове от неспазване на правилата за контрол и експлоатация. За да сведем до минимум аварията е нужно обществото да бъде добре информирано , а също така контрола над ядрените съоръжения да бъде засилен, като се следи за спазване на принципите и методите за предпазване и контролиране на ядрените съоръжения и най-вече да се промени мисленето на човечеството. За да може да се постигне това информацията за защитните мерки трябва да е разпространена и достъпна за всеки човек , защото само така може да се промени разбирането и виждането на човек за предимствата и недостатъците от използването на ядрена енергия.

## **6. Използвана литература.**

1. Аварийен план на АЕЦ "Козлодуй"
2. Агенция за ядрено регулиране
3. Интернет източници