

**РЪКОВОДСТВА
ЗА БЕЗОПАСНОСТ**
ПО ПРИЛАГАНЕ НА
НОРМАТИВНИТЕ ИЗИСКВАНИЯ

РЪКОВОДСТВО

ПРИЛАГАНЕ НА ВАБ В

УПРАВЛЕНИЕТО НА БЕЗОПАСНОСТТА НА ЯДРЕНИТЕ ЦЕНТРАЛИ

РР - 6/2023



**АГЕНЦИЯ ЗА ЯДРЕНО РЕГУЛИРАНЕ
BULGARIAN NUCLEAR REGULATORY AGENCY**



Съдържание

1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ	3
Цел.....	3
Обхват	3
Законово основание за разработване	4
2. ИНТЕГРИРАН РИСК-ИНФОРМИРАН ПОДХОД НА ВЗИМАНЕ НА РЕШЕНИЯ	5
Общи аспекти	5
Основни елементи на интегрирания риск-информиран подход при вземане на решения ..	7
Оценка на защитата в дълбочина и запасите на безопасност	9
Вероятностни оценки	10
Критерии за приемливост.....	12
3. ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ВАБ	13
Общи съображения.....	13
Валидация и преглед на ВАБ	15
Поддържане и актуализация на ВАБ	15
Мониторинг на риска	16
4. ЦЯЛОСТНА ОЦЕНКА НА РИСКА И ДЕМОСТРИРАНЕ НА БАЛАНСИРАН ПРОЕКТ	17
Цялостна оценка на риска	17
Демонстриране на балансиран проект.....	17
5. ОЦЕНКА НА ИЗМЕНЕНИЯ В ПРОЕКТА НА ЯЦ	18
6. КЛАСИФИКАЦИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТ НА КСК	20
7. ПРЕДЕЛИ И УСЛОВИЯ ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЯ	22
Общи съображения.....	22
Обосноваване и изменение на продължителността на извеждане на КСК	23
Обосноваване и изменение на честотата на надзора.....	25
8. АВАРИЙНИ ИНСТРУКЦИИ И РЪКОВОДСТВА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ТЕЖКИ АВАРИИ	26
Общи положения	26
Разработване и обновяване на аварийните инструкции.....	26
Разработване и обновяване на ръководства за управление на тежки аварии.....	27
Аварийно планиране	28
9. ОЦЕНКА НА ЕКСПЛОАТАЦИОННИТЕ СЪБИТИЯ	29
10. РАЗРАБОТВАНЕ И ВАЛИДИРАНЕ НА УЧЕБНИ ПРОГРАМИ	31
Учебни програми за управление на аварийни процеси	31
Учебни програми за техническо обслужване	32
11. ПЛАНИРАНЕ НА ТЕХНИЧЕСКОТО ОБСЛУЖВАНЕ	33
Общи положения	33
Използване на ВАБ в подкрепа на програмите за изпитвания на КСК.....	34
Използване на ВАБ в подкрепа на програмите за инспекции	36
Използване на ВАБ в подкрепа на програмите за ремонт	38
12. СПИСЪК НА СЪКРАЩЕНИЯ	40
13. ПРЕПРАТКИ, ИЗПОЛЗВАНИ ДОКУМЕНТИ	41
14. ОПРЕДЕЛЕНИЯ	43
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ НА ЗНАЧИМОСТ НА КСК	45
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ ЗА ОЦЕНКА НА ЕКСПЛОАТАЦИОННИ СЪБИТИЯ .	47



1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

ЦЕЛ

1.1 Ръководството има за цел да даде указания по прилагането на изискванията на Наредбата за осигуряване безопасността на ядрените централи (НОБЯЦ), [2] по отношение на използването на Вероятностните анализи на безопасността (ВАБ) в процеса на взимане на решение при проектиране и експлоатация на ядрените централи (ЯЦ).

1.2 Ръководството се прилага от лицензиантите или титулярите на разрешения, включително от лицата, които извършват дейности по предоставяне на услуги за тях.

ОБХВАТ

1.3 Ръководството представя методически указания, които следва да бъдат отчитани при използване на ВАБ в подкрепа на управлението на безопасността на ЯЦ. Ръководството обхваща използването на ВАБ на етапите на проектиране, и експлоатация на ЯЦ.

1.4 Използването на ВАБ се е наложило като допълнение към детерминистичните анализи за получаване на цялостна представа по отношение на достигнатото ниво на безопасност. Изследванията с ВАБ разширяват традиционния детерминистичен анализ, така че да се осигури увереност, че всички важни за безопасността аспекти (откази на оборудване, дефицити в проекта или различни физични феномени) са по-добре обхванати и надлежно отчетени.

1.5 ВАБ следва да се изпълнява в съответствие с доказана съвременна методология.

1.6 Моделът на ВАБ интегрира информацията за проекта на ЯЦ, експлоатационната история и практика, надеждността на оборудването, поведението на персонала, спецификата на феномените и предприетите мерки по отношение на потенциалното въздействие върху околната среда и здравето. Моделът за ВАБ представлява подробен, интегриран и максимално реалистичен модел на отговора на ЯЦ на широк спектър от изходни събития и опасности, включително вътрешни пожари, вътрешни наводнения, екстремни климатични условия и сеизмични явления. ВАБ предоставя редица количествени мерки, които могат да бъдат полезни в процеса на вземане на решение, тъй като позволяват да се оценят ефектите от даденото решение, както и сравнение с целите за безопасност.

1.7 Практиката показва, че за да се използва ВАБ като средство за различни приложения, той трябва да отговаря на необходимото качество, т.е. пълнота, адекватност на моделите и допусканията, използване на утвърдени методи и отразяване на текущото състояние на централата.

1.8 Ръководството предполага използването на ВАБ, обхващащи всички експлоатационни състояния на ЯЦ (т.е. пълна мощност, ниска мощност и спряно състояние) и всички потенциални изходни събития и опасности. При използване на ВАБ с ограничен обхват следва да бъдат представени допълнителни аргументи по отношение на валидността на съответните заключения.

1.9 Разглеждането на опасности, произтичащи от преднамерени действия, е извън обхвата на настоящето ръководство.

1.10 Ръководството не обхваща всички възможни ВАБ приложения, а само определените в НОБЯЦ, [2].

1.11 Ръководството няма за цел да опише в детайли всички допустими подходи, методи или техники, свързани с изпълнението на вероятностни оценки за целите на отделните



приложения на ВАБ. Ръководството е фокусирано да представи общата рамка в съответствие с утвърдената международна практика.

1.12 Ръководството е структурирано както следва:

- раздел 2 “Интегриран риск-информиран подход на взимане на решения” описва основните принципи на интегрирания риск-информиран подход при взимане на решения, който обединява характерните особености на детерминистични и на вероятностни методи в единен процес за управление на безопасността на ЯЦ;
- раздел 3 “Изисквания към ВАБ” представя общите изисквания, на които трябва да отговаря ВАБ, за да бъде използван в процеса на взимане на решения и за целите на различни приложения;
- раздел 4 “Цялостна оценка на риска и демонстриране на балансиран проект” описва подробно оценката на проекта чрез използване на ВАБ;
- раздел 5 “Оценка на измененията в проекта на ЯЦ” дава насоки за прилагане на ВАБ при оценяване на влиянието върху безопасността на предлагани изменения в проекта на ЯЦ;
- раздел 6 “Класификация по безопасност на КСК” представя основните изисквания при използването на ВАБ в процеса на класификацията на КСК по безопасност;
- раздел 7 “Пределни условия за експлоатация” представя концепцията за използване на ВАБ за обосноваване на експлоатационните предели и условия;
- раздел 8 “Аварийни инструкции и ръководства за управление на тежки аварии” описва използването на ВАБ при разработването на аварийните инструкции и мерките за управление на тежки аварии, включително при оценката на техните изменения;
- раздел 9 “Оценка на експлоатационните събития” описва използването на ВАБ за оценка на значимостта на експлоатационните събития;
- раздел 10 “Разработване и валидиране на учебни програми” се занимава с прилагането на ВАБ при разработването и валидирането на програми за обучение на персонала, включително на пълномащабни тренажори;
- раздел 11 “Планиране на техническото обслужване” разглежда използването на ВАБ в подкрепа на риск-информирани изпитвания, риск-информирани инспекции и програмите за ремонт, ориентирани към надеждността на КСК.

ЗАКОНОВО ОСНОВАНИЕ ЗА РАЗРАБОТВАНЕ

1.13 Съгласно чл. 79, ал.1 на НОБЯЦ, [2] ВАБ се разработва за прилагане на интегриран подход в оценката на безопасността на ЯЦ. Чрез ВАБ се определят систематично всички фактори, които имат съществен принос към безопасността и радиационния риск за населението и околната среда.

1.14 Съгласно чл. 80, ал.1 на НОБЯЦ, [2] ВАБ може да се използва в подкрепа на детерминистичния анализ при вземането на решения в процеса на проектиране и експлоатация на ЯЦ.

1.15 Във връзка с използването на ВАБ, чл. 80, ал 1 на НОБЯЦ, [2] изисква ВАБ да притежава необходимото качество и ниво на детайлност. Като основни аспекти, касаещи качеството на ВАБ, НОБЯЦ определя:

- съгласно чл. 79, ал.3, 1) – да бъдат отчетени значимите източници на радиоактивност (ядреното гориво в активната зона на реактора и в басейна за съхранение) и всички експлоатационни състояния на енергийния блок



(включително на пълна мощност, на ниска мощност и в спряно състояние);

- съгласно чл. 79, ал.3, 2) – да бъдат отчетени всички значими изходни събития, вътрешни опасности (като вътрешни пожари и наводнения) и външни събития и опасности (като сеизмични въздействия и екстремни климатични условия), определени на основата на подходящи критерии за подбор;
- съгласно чл. 79, ал.3, 3) - да бъдат отчетени всички функционални зависимости, произтичащи от пространствено разпределение и други възможни причини за откази по обща причина;
- съгласно чл. 79, ал.3, 4) - реалистично моделирано поведение на енергийния блок с отчитане на действията на оперативния персонал съгласно експлоатационните и аварийните инструкции и обосновано време за изпълнение на функциите на системите;
- съгласно чл. 79, ал.3, 5) - анализ на човешките грешки с отчитане на факторите, които могат да повлияят върху поведението на персонала във всички експлоатационни състояния и аварийни условия;
- съгласно чл. 79, ал.3, 6) - анализ на чувствителността на резултатите и оценка на неопределеността;
- съгласно чл. 79, ал.4 - ВАБ да бъдат изпълнени с използването на специфични за енергийния блок данни и в съответствие със съвременна доказана методология, документирани и поддържани в актуално състояние в съответствие със системата за управление на експлоатиращата организация.

1.16 Съгласно чл. 80, ал.2 на НОБЯЦ, [2] ограниченията на ВАБ трябва да бъдат определени. Всяко конкретно ВАБ приложение да се проверява от гледна точка на установените ограничаващи фактори и влиянието на чувствителността и неопределеността на резултатите.

1.17 Съгласно чл. 80, ал.3 на НОБЯЦ, [2] при използване на ВАБ за оценка на изискванията за периодични изпитвания и на допустимото време за престой на система или компонент в анализа се отчитат всички състояния на тази система или компонент, както и функцията на безопасност, която изпълняват.

1.18 Това Ръководство няма задължителен характер. Използването на други подходи и методи за прилагане на ВАБ в управлението на безопасността е приемливо, ако се покаже съответствието им с международно признатите добри практики.

2. ИНТЕГРИРАН РИСК-ИНФОРМИРАН¹ ПОДХОД НА ВЗИМАНЕ НА РЕШЕНИЯ

ОБЩИ АСПЕКТИ

2.1 Непрекъснатият напредък в разработването и използването на ВАБ дават тласък в прилагането на систематичен подход за интегриране на концепцията за отчитане на риска в процеса на взимане на решения, [5], [6], [10], [11], [19], [22] и [27].

2.2 ВАБ осигурява подходящите количествени мерки, свързани с безопасността, така че да подпомогнат фокусирането на основните усилия върху области, които имат най-висока значимост за риска.

2.3 Интегрираният риск-информиран подход на взимане на решения представлява структуриран процес, при който се очаква решенията да се приемат при съблюдаване на

¹ англ. - Risk-informed



възприетата концепция за осигуряване на безопасността. Постигането на тази цел може да бъде реализирано чрез спазване на следните основни принципи:

- а) решението отговаря на изискванията на закони, наредби и технически спецификации. В този контекст, едно от най-важните съображения е, че решението следва да бъде насочено към такова намаляване на риска, каквото е разумно осъществимо (принцип ALARP²);
- б) решението осигурява изпълнението на изискванията на концепцията за защитата в дълбочина;
- в) решението осигурява поддържането на достатъчни запаси на безопасност;
- г) ако решението води до увеличаване на риска, то това увеличение е малко и рискът остава в съответствие с определените в наредби или стандарти целеви показатели;
- д) предвидени са стратегии за наблюдение на ефекта от решението.

2.4 Всички решения с влияние върху безопасността следва да се оценяват по интегриран начин, като част от цялостен подход за управление на риска. Резултатите от ВАБ следва да се използват за подобряване на експлоатационните или инженерните решения чрез идентифициране и вземане предвид на възможностите за намаляване на риска.

2.5 Инженерните анализи (детерминистични и вероятностни), проведени за обосновка на дадено решение са подходящи за естеството и обхвата на решението, когато се базират на валидирани модели и утвърдени подходи. Други приложими фактори, напр. разходи и ползи, остатъчният ресурс на оборудването, резултати от инспекции, експлоатационен опит и дозовото натоварване на персонала, също следва да бъдат отчетени в процеса на вземане на решение.

2.6 Структурираният процес на взимане на решения осигурява, че е взето едно балансирано решение с отчитане на всички фактори, които имат отношение към решението.

2.7 В най-обобщен вид, използването на ВАБ в подкрепа на процеса на взимане на решения се извършва както следва:

- а) за нова ЯЦ, в идеалния вариант ВАБ се разработва за идейния проект на ЯЦ с цел да се потвърди достатъчността на степента на резервираност и разнообразие на системите за безопасност. Изводите, получени в процеса на разработване на ВАБ, следва да се отчитат заедно с резултатите от детерминистичния анализ на безопасността. ВАБ се поддържа актуален и на фазата на техническия проект за подробна оценка на проекта на ЯЦ;
- б) за ЯЦ в експлоатация, ВАБ се провежда за цялостна оценка на достигнатото ниво на безопасност като част от периодичната оценка на безопасността, както и за целите на различни ВАБ приложения (виж раздели 4 ÷ 11).

Традиционно, използването на модела и техниките на ВАБ за предоставяне на входни данни и/или вероятностни оценки, свързани с анализа на дадена категория въпроси се възприема като ВАБ приложение.

2.8 Неопределеността на използваните резултати следва да бъде обсъдена при формиране на основните заключения и избора на решение. Предвиждането на програма за наблюдение, осигуряване на обратна връзка и коригиращи мерки са част от възможните превантивни действия за отчитане на основните източници на неопределеност.

² англ. - As Low As Reasonably Practicable (ALARP)



ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ НА ИНТЕГРИРАНИЯ РИСК-ИНФОРМИРАН ПОДХОД ПРИ ВЗЕМАНЕ НА РЕШЕНИЯ

2.9 В зависимост от решавания проблем, прилагането на интегрираният риск-информиран подход на взимане на решения може да варира в своята детайлност и обхват на изпълнени анализи, но най-общо и в съответствие с [27] може да се обобщи, както е представено на фигурата по-долу.



Основни елементи на процеса на взимане на решение съгласно [27]

2.10 Първата основна стъпка е свързана с дефиниране на въпроса, който трябва да бъде разгледан чрез интегрирания риск-информиран подход.

Всички, засегнати от въпроса КСК, процедури и дейности следва да бъдат определени.

Изпълнението на тази стъпка предполага определяне на приложимите изисквания, критерии и лицензионни условия, които са свързани със спецификата на разглеждания въпрос. Това обикновено включва изисквания на наредби, основни положения в ОАБ или Технологичния регламент за експлоатация, условия по технически спецификации и други изисквания. Необходимо е също така, да се определи начина, по който възможните решения засягат основните изисквания, особено ако са налице несъответствия в изпълнението на някои от тях.

На този етап може да се определят необходимите инженерни анализи, допустимите методи за оценка, приложими кодове, поуки от натрупания опит (специфичен и външен), както и да се определи каква част от необходимата информация е налична и приложима в процеса на вземане на решение.

По-отношение на ВАБ, още на този етап може да се определи доколко актуалното изследване е подходящо за целите на интегрирания риск-информиран подход, т.е. дали отговаря на необходимото качество и ниво на детайлност, както и дали се налага разширяване или допълване на модела за отразяване на спецификата на изследвания въпрос.

2.11 Инженерните анализи (детерминистични и вероятностни) следва да осигурят необходимите данни за потвърждаване на статуса на отделни аспекти, свързани с безопасността. Неопределеността на резултатите следва да бъде отчетена по подходящ начин при анализа и интерпретацията им.

В зависимост от комплексността и сложността на въпроса следва да се подбере целесъобразния набор от анализи. Резултатите от проведените анализи следва да демонстрират запазване на основните принципи за осигуряване на безопасността, възприети в проекта на ЯЦ.

Когато резултатите са свързани с основните изисквания на нормативната база или е необходимо да отговарят на установени практики, тези резултати получават най-висок приоритет и следва непременно да бъдат разглеждани.



2.12 Вземане на решение и определяне на програма за внедряване и наблюдение, условно е последната стъпка, преди подаване на Заявление за одобрение.

В тази стъпка се очаква, лицензиантът да обедини изводите от изпълнените анализи, като се прилага подходяща система за отчитане на относителни тегла на отделните резултати. В резултат на изпълнението на тази стъпка се определя решение, което като правило е свързано с дефинирането на промяна/изменение в проекта, експлоатационните практики, документи и процедури на ЯЦ, или в други важни за експлоатацията аспекти.

Тъй като процесът на взимане на решение може да изисква разглеждането и комбинирането на много различни данни с различни относителни тегла, то като добра практика за вземане на решения (поне за важните) е възприето да бъде формирана група от експерти с различни специалности, чийто колективен опит покрива цялата област на разглежданото решение, вкл. експлоатация, ремонт, инженеринг, анализ на безопасността, лицензиране и ВАБ.

Необходимо е да се има предвид, че регулиращият орган може да определи и други допълнителни фактори, които също да бъдат отчетени при взимането на решението. Такива допълнителни фактори могат да включват кумулативното влияние на предишни изменения и общите експлоатационни параметри на ЯЦ, както са отразени в резултатите от инспекции, експлоатационните данни и индикаторите за безопасна експлоатация на ЯЦ.

Определяне на програма за наблюдение на ефекта от решението като правило предоставя необходимата увереност, че решението е внедрено ефективно и дали са налице неблагоприятни последствия. Такова наблюдение обикновено се основава на експлоатационни параметри и се определя в зависимост от спецификата на разглеждания въпрос.

2.13 Изпълнение на решението изисква регулиращият орган да одобри програма за работа на лицензианта за извършване на необходимите изменения в проекта или в експлоатацията на ЯЦ и съответните изменения в документацията, процедурите за експлоатация и обучение.

2.14 Документацията на лицензианта за одобрение на дадено решение следва да представя цялостна информация за изпълнените анализи и заключения. Нивото на детайлност се определя в зависимост от случая, но следва да включва като минимум:

- а) кратко описание на изследвания въпрос и свързаното с него предложение за решение;
- б) кратко описание на инженерните анализи, изпълнени за обосноваване на избраното решение;
- в) подход за оценка и резултати от анализа на защитата в дълбочина;
- г) подход за оценка и резултати от анализа на запасите по безопасност;
- д) описание на изпълнената вероятностна оценка:
 - описание на приложения метод за вероятностна оценка;
 - кратко описание и обосновка на извършените промени в модела на ВАБ;
 - основни допускания, използвани при моделирането;
 - резултати от вероятностната оценка;
 - анализи на чувствителност и неопределеност;
 - описание на подходът, използван за идентифициране на значимите за риска конфигурации, свързани с избраното решение;
 - изводи и заключения от вероятностната оценка;
- е) описание на методите и допълнителните анализи, ако са извършвани такива;



- ж) определяне на коригиращи мерки;
- з) кратко описание на програмата за наблюдение и контрол.

ОЦЕНКА НА ЗАЩИТАТА В ДЪЛБОЧИНА И ЗАПАСИТЕ НА БЕЗОПАСНОСТ

2.15 Предлаганото решение може да повлиява функционирането на технологичните системи, действието на защити и блокировки, както може едновременно с това да рефлектира и върху запасите на безопасност. За да се оцени въздействието на предлаганото решение е необходимо да се извърши преглед на нивата на защитата в дълбочина, както и оценка на запасите на безопасност.

2.16 Съществуват няколко утвърдени подходи за оценка на защитата в дълбочина, [14], [27], [36], [37] и [38]. Независимо какъв подход бъде избран, следва да се демонстрира, че предлаганото решение е в съответствие с философията на защитата в дълбочина. Както е посочено в [27], съответствието със следните основни съображения може да осигури необходимата увереност за изпълнение на изискванията на защитата в дълбочина:

- а) балансът между отделните нива на защита в дълбочина е запазен

Най-общо, запазването на баланса между отделните нива на защитата в дълбочина може да се представи чрез оценка на ефективността на всяко ниво.

В този контекст, следва да се разглежда и потенциала от възникване на изходни събития, в резултат на предлаганото решение. Необходимо е да се демонстрира, че за всички проектни събития ЯЦ запазва способността си за ограничаване на последствията и предотвратяване на развитието им в тежки аварии.

- б) запазване на възприети в проекта на ЯЦ принципи на резервираност, независимост и разнообразие

Необходимо е да се покаже, че предлаганото решение не нарушава принципите на единичния отказ, разделение и пространствената независимост.

Предлаганото решение следва да предвижда такава квалификация на оборудването, че то да съхранява своята работоспособност в аварийни условия.

- в) запазване на физическите бариери

Необходимо е да се демонстрира, че предлаганото решение не намалява ефективността на физическите бариери. От съществено значение е да се изследва дали предлаганото решение не води до значително увеличение на вероятността за възникване на събитие (или на последствия от събитие), които да представляват едновременно заплаха за няколко физически бариери.

- г) запазване на критериите за безопасност (приемливост)

Необходимо е да се оцени ефекта от предлаганото решение върху установените в проекта критерии за приемливост, използвани при проектирането или в детерминистичните анализи. Анализира се всяко отклонение от възприетите критерии, особено ако води до по-тежко протичане на процесите, свързано с нарушение в изпълнението на функциите за безопасност или значително намаляване на запасите на безопасност.

- д) изпълнението на основните функции за безопасност е съхранено до степен, че да не зависи пряко от предвидените коригиращи мерки

В случай, че предлаганото решение е съпроводено от съответната програма за коригиращи мерки, следва да се определи степента, с която изпълнението на функциите на безопасност зависи от тези мерки.



- е) запазване на адекватна защита срещу потенциални откази по обща причина
Предлаганото решение не следва да предизвиква значително намаляване на възприетите в проекта защити срещу откази по обща причина. Необходимо е да се представят достатъчно аргументи, че предвидените в проекта мерки остават приложими и действащи.
В общия случай, за демонстриране на съответствие с това съображение, може да се покаже, че предлаганото решение не води до значително увеличаване на вероятността (или честотата) за възникване на коренни причини, предизвикващи отказ на оборудване, предвидено за осъществяване на съответните нива на защитата в дълбочина.
- ж) запазване на ефективността на мерките за предотвратяване на грешки на персонала
Необходимо е предлаганото решение да бъде оценено с оглед на потенциала му за генериране на грешки на персонала, които могат да повлияят неблагоприятно на едно или повече нива на защитата в дълбочина.
По отношение на възможните нови грешки на персонала (произтичащи от спецификата на предлаганото решение), следва да са предвидени съответните програми за обучение на персонала, както изменение на инструкции и процедури, ако е необходимо.
По отношение на съществуващите грешки на персонала (отчетени във ВАБ или други лицензионни изследвания на безопасността), следва да се покаже, че предлаганото решение не води до значително увеличаване на вероятността им и не генерира допълнителни зависимости.

2.17 Съхранението на запасите на безопасност като правило може да се демонстрира чрез:

- а) използване на утвърдени кодове и стандарти при проектиране на предлаганото решение;
- б) потвърждаване на изпълнението на критериите за приемливост, използвани в наличните детерминистични анализи, представени в ОАБ или други подходящи документи.
В зависимост от спецификата на предлаганото решение може да се наложи изпълнението на допълнителни детерминистични анализи за демонстриране на запаси, спрямо възприетите в лицензионните изисквания критерии за безопасност.

ВЕРОЯТНОСТНИ ОЦЕНКИ

2.18 В зависимост от естеството и обхвата на решавания въпрос ВАБ може да бъде използван по различен начин като от него се отчитат различни подходящи за въпроса резултати, с цел осигуряване на необходимите входни данни в процеса на вземане на решение.

2.19 Практиката показва, че ВАБ осигурява средства за систематичен подход по отношение на:

- демонстриране на балансиран проект;
- оценка на достатъчността на системите за безопасност;
- оценка на прилагането на концепцията за защита в дълбочина;
- оценка на процеса за класификация на КСК;
- обосновка или като база за изменение на изискванията, определени в пределите и условията за експлоатация;
- пълнота на аварийните инструкции и процедурите за управление на аварии;



- валидиране на учебни програми;
- класификацията на реалните експлоатационни събития.

2.20 В зависимост от естеството на въпроса от ВАБ могат да бъдат извлечени както количествени, така и качествени резултати.

2.21 При използване на количествени резултати от ВАБ, е необходимо да бъдат установени критерии и/или референтни нива, спрямо които да бъдат сравнявани получените стойности. Вероятностни критерии и/или референтни нива могат да бъдат определени за всеки количествен резултат, който е необходим в процеса на вземане на решение и може да бъде извлечен от ВАБ, например за:

- абсолютни стойности за показателите на риска, изразени чрез честота за повреда на активната зона (CDF³), честота за повреда на горивото (FDF⁴), честота за големи ранни изхвърляния на радиоактивен материал (LERF⁵);
- изменение (нарастване/намаляване) на избрани показатели за риска (например, ΔCDF , ΔFDF , $\Delta LERF$);
- различни коефициенти на значимост (FV⁶, RAW⁷, RRW⁸);
- условни показатели на риска, изразени чрез условна честота за повреда на активната зона (CCDF⁹), условна честота за повреда на горивото (CFDF¹⁰), условна вероятност за повреда на активната зона (CCDP¹¹) или условна вероятност за повреда на горивото (CFDP¹²);
- условно нарастване на определени показатели на риска като нарастване на условна вероятност за повреда на активната зона (ICCDP¹³), респективно (ICFDP¹⁴) или нарастване на кумулативната условна вероятност за повреда на активната зона (ICumCDP¹⁵), респективно (ICumFDP¹⁶);
- надеждност на системите;
- ефекти върху здравето на персонала или върху здравето на населението;
- други показатели, свързани със съответното ВАБ приложение.

В общия случай, критериите се определят спрямо резултатите от ВАБ за един енергиен блок. В зависимост от ВАБ приложението е възможно да представлява интерес и да се използват вероятностни показатели, определени за площадката, ако ЯЦ включва повече от един енергийни блока.

2.22 Каквито и вероятностни критерии и/или референтни нива да бъдат дефинирани, те следва да бъдат обосновани и приложими по отношение на разглеждания въпрос.

Не се налага обосноваване, ако вероятностните цели или критерии за безопасност са определени в нормативни актове, регулиращи ръководства или в приложими стандарти по

³ англ. - Core damage frequency

⁴ англ. - Fuel damage frequency

⁵ англ. - Large early release frequency

⁶ англ. - Fussell-Vesely

⁷ англ. - Risk achievement worth

⁸ англ. - Risk reduction worth

⁹ англ. - Conditional Core Damage Frequency

¹⁰ англ. - Conditional Fuel damage frequency

¹¹ англ. - Conditional core damage probability

¹² англ. - Conditional fuel damage probability

¹³ англ. - Incremental Conditional Core Damage Probability

¹⁴ англ. - Incremental Conditional Fuel Damage Probability

¹⁵ англ. - Incremental Cumulative Core Damage Probability

¹⁶ англ. - Incremental Cumulative Fuel Damage Probability



безопасност.

При използване на критерии или референтни нива в съответствие с утвърдената добра практика обосноваването може да се базира, на използваните в източниците съображения.

2.23 Използването на общите показатели за достигнатото ниво на безопасност като честотата за повреда на горивото в активната зона (CDF) или общата честота за повреда на горивото (FDF) и оценките за тяхната промяна (Δ CDF, Δ FDF) са приемлива основа за повечето ВАБ приложения в процеса на вземане на решение, тъй като осигуряват необходимите данни за демонстриране на спазването на принципа за съответствие с определените в наредби или стандарти целеви показатели (виж 2.3, г).

2.24 При използване на показатели на значимост следва да се отчита възможната хетерогенност на резултатите от ВАБ, свързана с приноса на различните видове категории изходни събития (т.е. вътрешни изходни събития, вътрешни пожари, вътрешни наводнения, опасности от земетресения и външни опасности) и експлоатационните състояния.

2.25 При използване на ВАБ в зависимост от разглеждания въпрос следва да се вземат предвид основните източници на неопределеност и ако се налага да се изпълни анализ на чувствителност за потвърждаване на заключенията.

Обединението на различните категории изходни събития и експлоатационни състояния може да доведе до подвеждащи заключения и подценяване на информацията за определени КСК. Препоръчително е в процеса на вземане на решение да се разглеждат показателите на значимост, получени отделно за всяка категория изходни събития и експлоатационни състояния .

КРИТЕРИИ ЗА ПРИЕМЛИВОСТ

2.26 Най-общо, риск-информираното решение се явява обосновано и приемливо, ако едновременно са спазени основните принципи, описани в 2.3, а именно, че няма негативно или неприемливо влияние върху концепцията за защита в дълбочина, че са осигурени запаси на безопасност и, че получените резултати за риска са приемливи.

2.27 Очаква се риск-информираните решения да водят до изменения в проекта или експлоатацията на ЯЦ, които да са насочени към подобряване на експлоатационната практика и следователно, да са по-скоро риск неутрални, или да водят до намаляване на риска.

2.28 Възможните решения с увеличаване на риска следва да се оценяват, както спрямо абсолютните стойности за FDF, CDF или LERF, така и спрямо регистрираното увеличение на тези показатели (Δ CDF, Δ FDF, Δ LERF). Очевидно, решенията не могат автоматично да се третираят като приемливи само въз основа на малко увеличение, тъй като такъв подход може да доведе до значителен кумулативен ефект. От друга страна, информацията за регистрираното увеличение позволява да се определи кога една промяна е значителна и изисква по-задълбочено разглеждане.

2.29 В съответствие с [24] и [27], като предварителни насоки за приемливост на дадено риск-информирано решение може да се използват следните положения:

- а) ако дадено решение ясно показва, че неговото внедряване води до намаляване на стойностите на показателите за риска спрямо оценените в актуалния за ЯЦ ВАБ, то може да се приеме, че решението удовлетворява изискванията от гледна точка на риска;
- б) ако дадено решение води до незначително увеличение, т.е. стойностите за Δ CDF, Δ FDF или Δ LERF определят увеличение в рамките на 10% от стойностите на съответните целеви показатели, определени в нормативни актове, регулиращи



ръководства или в приложими стандарти по безопасност и в същото време, абсолютните стойности на показателите на риска (CDF, FDF или LERF) не надхвърлят целевите такива, то изменението, предлагано с това решение може да се третира като приемливо.

Например, при изискване за средна стойност на честотата на стопяване на ядреното гориво по-ниска от $1.0E-5$ годишно за енергиен блок съгласно чл. 44, ал. 2 [2], то за да се удовлетворяват условията на това положение оценките за дадено решение следва да показват:

- абсолютната стойност за средната честота на стопяване на ядреното гориво по-ниска от $1.0E-5$ годишно за енергиен блок
 - и**
 - увеличение на средната честота на стопяване на ядреното гориво по-малко или равно на $1.0E-6$.
- в) ако дадено решение (с постоянен или временен характер) води до по-голямо от 10% увеличение на ΔCDF , ΔFDF или $\Delta LERF$, но абсолютните стойности на тези показатели удовлетворяват целевите показатели, то изменението, предлагано с това решение може бъде приемливо. В този случай се очаква предлаганото решение да бъде допълнително обосновано чрез традиционните инженерни методи или съпроводено с достатъчно аргументи по отношение на ползите от него;
- г) за решения, които имат временен характер са допустими, както по-голямо увеличение на ΔCDF , ΔFDF и $\Delta LERF$, така и повишаване на абсолютните стойности на тези показатели до 10 пъти спрямо целевите стойности. Необходимо е да се отбележи, че всеки конкретен случай подлежи на допълнителна обосновка от гледна точка на целесъобразността, наложителността и продължителността на предлаганото решение.

В контекста на интегрирания риск-информиран подход, представените в т.2.29 насоки за приемливост не трябва да се тълкуват като еднозначно предписани. Насоките са предназначени преди всичко да дадат идея за това, какво може да бъде прието за приемливо. В определени случаи може да се наложи да се изследва и отчете характерната за ВАБ неопределеност на резултатите.

Регулиращия орган си запазва правото да използва друг подход или критерии, когато взема решение за лицензиране на риск-информирано изменение в проекта на ЯЦ.

3. ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ВАБ

ОБЩИ СЪОБРАЖЕНИЯ

3.1 ВАБ осигурява интегриран модел за оценка на безопасността на ЯЦ, явявайки се концептуален и математически инструмент за систематично определяне на факторите с принос към безопасността на ЯЦ. В практиката се е утвърдило провеждането на ВАБ на следните нива:

- ВАБ ниво 1 – идентифицират се изходните събития за аварии, определят се аварийните последователности и се оценява честотата на повреждане на ядреното гориво;
- ВАБ ниво 2 – идентифицират се възможните пътища на изхвърляне на радиоактивни вещества в околната среда и се оценява честотата за големи радиоактивни изхвърляния;
- ВАБ ниво 3 – оценява се рискът за здравето на населението и другите социални рискове, като замърсяване на почвата, водите и храните с радиоактивни вещества.



Изпълнението на ВАБ ниво 3 не е задължително и съгласно чл. 79, ал.1 на НОБЯЦ, [2] изпълнението му се извършва с решение на председателя на Агенцията за ядрено регулиране.

3.2 В съответствие с добрите практики се приема, че ВАБ може да се използва за различни приложения, ако ВАБ отговаря на определени характеристики, описани детайлно в [4], [9]÷[11], [15], [16], [22] и [25]÷[27]. Като правило, тези характеристики се отнасят до основните елементи от разработването на ВАБ и са свързани с неговия обхват, степен на детайлност, техническа адекватност на модела, капацитет и гъвкавост за извършване на необходимите пресмятания, качество и тип на използваните надеждностни показатели, адекватност на използваните допускания, определяне на различни числови показатели, необходими като вероятностни оценки в съответните приложения.

3.3 В зависимост от конкретното приложение изискванията към отделните характеристики на ВАБ могат да варират.

3.4 За целите на отделните приложения следва да се използват ВАБ ниво 1 и ВАБ ниво 2. Необходимо е да се има предвид, че някои приложения могат да се ограничат до използване само на ВАБ ниво 1, но в зависимост от естеството на приложението е възможно да е необходимо да се представи обосновка по отношение на възможния ефект върху резултатите от ВАБ ниво 2 или да се изисква цялостно отчитане на резултатите от ВАБ ниво 2.

3.5 За целите на отделните приложения следва да се използва ВАБ, обхващащ всички експлоатационни състояния на ЯЦ и всички потенциални изходни събития и опасности.

3.6 В случай, че се използва ВАБ, чийто обхват не е пълен (например, ако не са разгледани външни събития или състояния със скрит реактор) заключенията, направени в съответното приложение (например, относно нивото на риска от експлоатация на ЯЦ, осигурения баланс на системите за безопасност, необходимостта от модификации в проекта или в експлоатацията за намаляване на риска) не могат да се приемат за представителни. Затова, при използване на ВАБ с ограничен обхват за целите на отделни приложения, ограниченията в обхвата следва да бъдат обсъдени и да се аргументира валидността на получените заключения.

3.7 Неопределеността на резултатите, както и неопределеността на модела следва да бъдат адекватно отчетени при използването на ВАБ в различни приложения, където е уместно

3.8 Ако ВАБ е предназначен за използване като представителен за повече от един енергиен блок, то всички разлики между представителното ВАБ изследване и съответния енергиен блок, за който ще се използва следва да бъдат определени. Преди използването на представителния модел е необходимо да се оцени въздействието на тези разлики върху резултатите от ВАБ.

3.9 Моделът на ВАБ следва да отразява поведението на ЯЦ възможно най-реалистично. Въпреки това, както при всеки друг модел, са възможни редица приближения и допускания, които могат да повлияят на възможността за използването му в отделни приложения. Ефектът от наличните ограничения следва да бъде оценен преди използването на ВАБ. Допуска се разширяване или допълване на модела с цел отразяване на спецификата, необходима за дадено приложение.

3.10 Резултатите от ВАБ, използвани в процеса на вземане на решения, могат да бъдат напълно адекватни, дори ако определени характеристики на ВАБ не кореспондират с необходимата дълбочина и детайлност. Обикновено, това е възможно, когато характеристики не са свързани или не се повлияват значително от естеството на приложението. В противен случай, идентифицираните несъответствия следва да се третират като ограничения на ВАБ модела и подлежат на третиране като всички останали ограничения.



ВАЛИДАЦИЯ И ПРЕГЛЕД НА ВАБ

- 3.11 За потвърждаване, че цялостното изпълнение на ВАБ е адекватно и съответства на утвърдените добри практики, се препоръчва лицензиантът да предвиди извършването на независима проверка.
- 3.12 За създаване на увереност, че получените резултати от съответните приложения са представителни, се препоръчва да се използва ВАБ, преминал през независима проверка.
- 3.13 Необходимо е да се използват компютърните кодове, чиито методи за пресмятане са подходящи на целта на анализа.

ПОДДЪРЖАНЕ И АКТУАЛИЗАЦИЯ НА ВАБ

- 3.14 ВАБ следва да се поддържа актуален през целия жизнен цикъл на ЯЦ, за може да бъде използван в процеса на взимане на решения.
- 3.15 Поддържането на "актуален ВАБ" се постига чрез периодична актуализация на ВАБ, свързана с обновяване и допълване на модела с оглед на реализираните изменения в проекта или в експлоатационната практика, натрупаните данни от експлоатацията, утвърждаването на нови подходи и методи за анализ.
- 3.16 Актуализацията на ВАБ следва да се извършва толкова често, колкото е необходимо, за да бъде гарантирано, че моделът отразява адекватно текущото състояние на ЯЦ. В съответствие с [19] периодичността на актуализацията на ВАБ може да се основава на следните принципи:

а) За ВАБ ниво 1:

- пълна ревизия и актуализация на ВАБ ниво 1 следва да се включи в програмата от мерки в резултат на проведен Периодичен преглед на безопасността. В рамките на тази актуализация освен натрупаните данни за ЯЦ се отчитат и промени в изискванията, стандартите или утвърдените нови методи и техники. При пълна ревизия на ВАБ ниво 1, отчетната документацията следва да бъде цялостно преиздадена;
- най-малко веднъж на всеки 5 години, натрупаните данни от експлоатацията следва да се обработват и отчитат в модела на ВАБ. В случай, че за съответния период са регистрирани модификации с потенциал за значително кумулативно влияние върху безопасността, то те също могат бъдат обект на отразяване при актуализацията на ВАБ. В този случай, отчетната документация на ВАБ, подлежаща на преиздаване се определя от реализираните промени в модела;
- независимо от горните условия, ако са изпълнени модификации, за които се очаква, че единично или кумулативно могат да доведат до изменение на средната честота на повреда на активната зона (CDF) или средната честота на повреда на горивото (FDF), възлизащо на повече от 10%, то за използването на ВАБ в процеса на вземане на решения следва да се обмисли актуализация на ВАБ, [16], [19], [22] и [27].

Необходимо е да се има предвид, че ако значителни по влиянието си върху безопасността модификации не са отчетени във ВАБ, то заключенията, базирани на интегрирания риск-информиран подход не могат да бъдат представителни.

И в този случай, отчетната документация на ВАБ, подлежаща на преиздаване се определя от реализираните промени в модела.

б) За ВАБ ниво 2:

- пълна ревизия и актуализация на ВАБ ниво 2 следва да се включи в програмата



от мерки в резултат на проведен Периодичен преглед на безопасността. Аналогично на ВАБ ниво 1, в рамките на тази актуализация освен натрупаните данни за ЯЦ се отчитат и промени в изискванията, стандартите или утвърдените нови методи и техники. Тази актуализация на ВАБ ниво 2 следва да бъде съпроводена с цялостно преиздаване на отчетна документация;

- актуализирането на ВАБ ниво 2 извън обхвата на Периодичния преглед на безопасността подлежи на обсъждане с Регулиращия орган и зависи от естеството на отделни модификации, натрупаните експлоатационни данни, както и натрупаното изменение в резултатите на ВАБ ниво 1.

3.17 Промените в модела на ВАБ следва да се извършват по процедура, която гарантира, че изискванията за разработване на ВАБ са спазени и моделът представя текущото състояние на ЯЦ.

3.18 За осигуряване на увереност, че актуализацията на ВАБ се планира целесъобразно може да се използва регистър на промените в ЯЦ. Основния фокус следва да бъде насочен към контролиране на кумулативното въздействие на модификациите, които все още не са включени в модела на ВАБ.

МОНИТОРИНГ НА РИСКА

3.19 Мониторингът на риска представлява средство за специфичен анализ в реално време на състояние на ЯЦ, насочено към определяне на риска, произтичащ от актуалната към момента конфигурация на системите и компонентите.

3.20 Въпреки че мониторинг на риск се използва само в действащи ЯЦ, добра практика е да се инициира неговото разработване още на етапа на проектиране, след като проектът на ЯЦ е фиксиран.

3.21 Средството за мониторинг на риска се разработва на базата на актуалния модел на ВАБ. Затова моделът за мониторинг на риска следва да се обновява със същата честота, с която се обновява и модела на ВАБ.

3.22 Като правило, програмните продукти за мониторинг на риска позволяват получаване на различни показатели, използвани в риск-информираните оценки. В общия случай, мониторингът на риска се използва за:

- оценяване на ефектите от изменения в конфигурацията на системите и предоставяне на информация относно приоритета на възстановяване на компонентите;
- оценка на разпределението на риска във времето съгласно предварително зададен график. Това позволява планиране на дейностите по поддръжката в съответствие с философията за управление на риска;
- осигуряване на своевременна информация за потенциалната значимост на експлоатационни събития, стига тези събития да са включени в моделите и допусканията.

3.23 Широкия спектър от показатели, които могат да бъдат получени от средството за мониторинг на риска предполага неговото ефективно използване за целите на интегрирания риск-информиран подход при взимане на решения.

3.24 Като правило времето, необходимо за получаване на оценка за изменението на риска в резултат на промяна в конфигурацията на оборудването, е много по-малко при използване на средство за мониторинг на риска спрямо времето, необходимо за цялостно пресмятане на модела на ВАБ. Затова, в редица случаи използването на средство за мониторинг на риска в процеса на вземане на решения е за предпочитане.



3.25 Използването на мониторинг на риска следва да бъде съобразено с ограниченията в обхвата или нивото на детайлност на модела, заложен в мониторинга на риска. Ограниченията в модела на мониторинга на риска са обект на обосноваване при неговото използване, аналогично на изискванията при директно използване на модела на ВАБ.

4. ЦЯЛОСТНА ОЦЕНКА НА РИСКА И ДЕМОНСТРИРАНЕ НА БАЛАНСИРАН ПРОЕКТ

ЦЯЛОСТНА ОЦЕНКА НА РИСКА

4.1 Цялостната оценка на безопасността на ЯЦ (изразена чрез оценка на честотите за сериозна повреда на горивото, за големи радиоактивни изхвърляния в околната среда или определяне на риска за населението) се явява основната цел на изпълнението на ВАБ.

4.2 В съответствие с чл. 44, ал. 2 на НОБЯЦ [2], средната стойност на честотата на стопяване на ядреното гориво трябва да е по-ниска от $1.0E-5$ годишно за енергийния блок с отчитане на всички експлоатационни състояния и всички видове изходни събития и опасности.

Ако резултатите от ВАБ ниво 1 не удовлетворяват изискването на НОБЯЦ е необходимо да се идентифицират основните приносители към риска за определяне на подходящите мерки за намаляването му.

4.3 В съответствие с чл. 42, ал. 4 на НОБЯЦ [2], трябва да се осигури практическо изключване на големи или ранни изхвърляния на радиоактивни вещества в околната среда.

Независимо, че няма строго определена стойност като вероятностен критерий за честотата на големи или ранни изхвърляния на радиоактивни вещества в околната среда, резултатите от ВАБ ниво 2 следва да се разглеждат в духа на това изискване.

4.4 Всички ограничения в обхвата на ВАБ (напр. ВАБ не включва някоя категория изходни събития или опасности) следва да бъдат дискутирани в контекста на очакванията спрямо цялостната оценка на риска.

4.5 Резултатите от анализите на чувствителност и неопределеност следва да се използват за осигуряване на необходимата увереност в достоверността на изводите от ВАБ.

ДЕМОНСТРИРАНЕ НА БАЛАНСИРАН ПРОЕКТ

4.6 ВАБ резултатите следва да се използват за демонстриране на баланса на проекта спрямо:

- спектъра от отчетени изходни събития;
- различните функции за безопасност;
- различните системи, изпълняващи една и съща функция;
- основни и поддържащи системи;
- подсистеми в една и съща система.

4.7 Целта на оценката е да се покаже, че риска е разпределен по начин, при който никое изходно събитие, отделна аварийна последователност, система, подсистема, конструкция или компонент нямат непропорционално голямо влияние върху общия риск от ЯЦ.

За определяне на различните профили на риска могат да се използват коефициентите на значимост или други техники за определяне на съответните тежести на изследваните групи.



- 4.8 Като част от демонстрирането на балансиран проект може да се покаже, че:
- приносът на трудните за управление рискове е толкова малък, колкото е възможно;
 - постигането на нисък цялостен риск не се базира на откази или елементи на модела със значителна неопределеност.
- 4.9 Качественият анализ на минималните сечения следва да се използва за определяне на наличието на области, за които изискването за единичен отказ не е изпълнено.
- 4.10 Прегледът на минималните сечения следва да се използва за определяне на възможности за подобряване на защитата в дълбочина, ако е необходимо.
- 4.11 На етапа на проектиране на ЯЦ, балансирането на проекта може да се разглежда като част от дейностите по оптимизиране на проекта по отношение на показателите за риска и капиталните разходи. На оценка могат да бъдат подлагани различни проектни решения за осигуряване на:
- достатъчност на възприетото ниво на резервиране и на системите;
 - спазване на принципа за разнообразие по отношение на изпълнението на основните функции за безопасност;
 - спазване на принципа за пространствено разделение;
 - ефективност на мерките за управление на аварийни ситуации и аварии;
 - оценка на взаимодействието между отделните енергийни блокове, ако проекта предполага изграждането на повече от един енергиен блок на площадката;
 - определяне на цели за надеждността и разполагаемостта на КСК.
- 4.12 В допълнение, ВАБ на етапа на проектиране следва да се използва като поддържащ инструмент за избор или промяна на списъците на аварията с и без стопяване на горивото, както и за определяне на общи критерии за проектиране.

5. ОЦЕНКА НА ИЗМЕНЕНИЯ В ПРОЕКТА НА ЯЦ

5.1 В съответствие с чл. 80, ал1, т.2 на НОБЯЦ, [2] ВАБ се използва за определяне на необходимостта от изменения в проекта и експлоатационните практики, ефективността и достатъчността на различни модификации от гледна точка на риска от експлоатация на ЯЦ.

За изпълнението на това изискване е необходимо да се анализират различните коефициенти на значимост (получавани като резултат от ВАБ) или различните форми за представяне на профила на риска. В случай, че анализа на резултатите от ВАБ показва, че дадено изходно събитие, аварийна последователност, действия на персонала или откази на оборудване имат значителен принос към риска, то следва да бъдат идентифицирани мерки за намаляването му и да бъдат предложени подходящи решения за изменения.

5.2 Модификации/изменения в проекта на ЯЦ, които са относими към модела на ВАБ, следва да бъдат оценени по отношение на влиянието им върху резултатите от ВАБ.

5.3 Оценката може да включва изследвания на варианти и опции. Аргументите от ВАБ е необходимо да бъдат използвани в подкрепа на избора и приоритизирането на различни модификации, както на етапа на проектиране, така и при предлагане на изменения за работеща ЯЦ.

5.4 Промяната в средните оценки за честотата на повреда на активната зона (ΔCDF), честотата на повреда на горивото (ΔFDF) и честотата за големи ранни изхвърляния ($\Delta LERF$) определя ефекта от модификацията спрямо риска. За удобство, оценения ефект може да се представи и като процент (%) на изменение на резултатите от ВАБ (за целта се прилага съотношението между промяната в средните оценки ΔCDF , ΔFDF , $\Delta LERF$, и стойност за



съответната мярка в актуалния ВАБ на ЯЦ, т.е. $\Delta CDF/CDF$, $\Delta FDF/FDF$ и $\Delta LERF/LERF$).

5.5 Показателите за значимост (F-V, RAW) от актуалния модел на ВАБ (т.е. от модела, с който лицензианта ще оценява дадена модификация, преди да бъдат нанесени каквито и да е било промени) могат да се използват за подпомагане на приоритизирането на промените в проекта. Следните насоки могат да се използват:

- модификации, насочени към подобряване на условията за КСК, функции или феномени с по-големи стойности на F-V или RAW, следва да имат по-голям приоритет;
- ако няколко модификации могат да намалят средната честотата на големи ранни изхвърляния на радиоактивни вещества в околната среда (LERF) с еднакъв ефект, то приоритет следва да се дава на мерките, които не само намаляват средната LERF, но също намаляват средната честотата на стопяване на ядреното гориво (CDF).

5.6 Нивото на детайлизация на промените, въведени в модела на ВАБ (свързани с отчитане в модела на оценяването изменение в проекта), следва да бъде идентично на възприетото в оригиналния модел на ВАБ (т.е. на този модел, който се използва за обосноваване на изменението). По този начин се гарантира, че всички ефекти, произтичащи от модификацията са отчетени. При невъзможност за детайлно моделиране се допуска по-опростено, но консервативно разглеждане.

5.7 За всяка модификация следва да се оцени нейният потенциал да предизвика изходно събитие. В този контекст, е необходимо на базата на прегледа на експлоатационния опит да се определи дали условията на модификацията не предизвикват предходни събития или прекурсори на събития, които биха могли да доведат до изходно събитие.

5.8 В случай, че за пълното отчитане на ефектите от дадена модификация се налага надграждане на модела на аварийните последователности, то е необходимо да се провери, че това надграждане не повлиява резултатите за средните оценки за CDF, FDF или LERF, получени от ВАБ без отчитане на модификацията. В случай, че актуалните резултати се повлияват от надграждането на модела на аварийните последователности, то при определянето на ефекта от модификацията следва да се използват резултатите от актуалния ВАБ, но след надграждането.

5.9 При инсталиране на ново оборудване може да не са налични данни за неговите надеждностни показатели. В такива случаи, е допустимо използването на обобщени източници на данни или друг тип източници, но подборът на данните следва да бъде обоснован.

5.10 Въздействието на модификациите върху резултатите от анализа на зависимостите и отказите по обща причина е необходимо да бъде изследвано и отчетено в модела.

5.11 Препоръчва се, при планиране на съвместното въвеждане на повече от една модификация в проекта или експлоатационната практика, да се изпълнява оценка, както за комбинираното им въздействие, така и оценки за ефекта от всяка една от модификациите.

5.12 Приемливостта на дадена модификация се определя съгласно 2.26 ÷ 2.29. Ако след отчитане на модификацията, резултатите от ВАБ показват повишаване на риска, то е необходимо да се демонстрира, че се удовлетворяват насоките, дадени в 2.29.

5.13 При повишаване на риска е необходимо да се обмислят и определят, съпътстващи коригиращи мерки.

5.14 За предлагани постоянни изменения, независимо от степента на повишаването, оценената средна стойност на честотата на стопяване на ядреното гориво (с отчитане на всички експлоатационни състояния и всички видове изходни събития и опасности) следва да



остане по-ниска от $1.0E-5$ годишно за енергийния блок в съответствие с изискването на чл. 44, ал.2 на НОБЯЦ, [2].

5.15 Вероятностната оценка на влиянието на изменението в проекта върху безопасността на ЯЦ следва да бъде част от общия пакет документи, придружаващи заявлението за извършване на изменението.

5.16 В зависимост от ефекта на предлаганото изменение върху резултатите от ВАБ следва да се оцени необходимостта от актуализиране на текущия ВАБ.

Както е отбелязано в 3.16 изменения, които значително повлияват получените резултати следва да бъдат отразени в актуалното ВАБ изследване максимално бързо след реализирането им, докато изменения с незначително влияние могат да бъдат окончателно отразени в съответствие с приетата практика за актуализиране на модела на ВАБ.

6. КЛАСИФИКАЦИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТ НА КСК

6.1 В съответствие с чл. 52, ал. 2 на НОБЯЦ, [2] класификацията на КСК се извършва с прилагането на структуриран подход, основан на комбинация от детерминистични и вероятностни методи и допълван с инженерна оценка, където е подходящо.

6.2 ВАБ осигурява основа за определянето на значимостта (приноса) на КСК към такива фактори като:

- общите показатели за риска;
- функциите за безопасност, които се изпълняват от КСК;
- класификационния план на ЯЦ;
- изискванията към поддръжката на КСК;
- изисквания към надеждността на КСК.

6.3 Целта на използването на ВАБ е да предоставят входни данни за процеса на присвояване на класове на безопасност на КСК в съответствие с тяхната значимост за риска. Необходимо е да се отбележи, че използването на ВАБ следва да се третира като допълващ метод, позволяващ да се добие увереност, че няма пропуснати или подценени КСК в процеса на класификацията по безопасност.

6.4 Традиционно показателите на значимост (FV, RAW, RRW) се използват за целите на това приложение на ВАБ. Условната честота на повреда в активната зона или на горивото, при условие че има отказ на КСК, също може да се използва като мярка за значимостта на риска.

6.5 При определяне на FV, RRW и RAW стойността на КСК следва да се вземат предвид всички базови събития в модела на ВАБ, отнасящи се към КСК.

6.6 Като значими за риска се определят КСК, за които показателите за значимост по отношение на CDF, FDF или LERF показват стойност над определен праг. Праговите стойности следва да се избират в съответствие с детерминистичния подход, използван в процеса на класификация.

На базата на утвърдената практика, [19], [23], [31] и [33] като прагове могат да се използват следните стойности:

$FV \geq 1,0E-3$ или $RAW \geq 2$, както или $RAW_{CCF} \geq 20$ за отказите по обща причина.

Ако някой от тези критерии е удовлетворен, то КСК се приема като значимо за риска. Указания за прилагане на тези критерии са представени в Приложение 1. В случай, че използвания програмен продукт не дава информация за показателя на значимост FV, за целите на класификацията може да бъде използван показателя RRW, като се отчетат



взаимосвързаността между тези показатели.

6.7 Необходимо е да се има предвид, че прилагането на прагови стойности спрямо показателите на значимост по отношение на общите CDF, FDF или LERF (т.е. спрямо обединените резултати от всички категории изходни събития и експлоатационни състояния) могат формално да подценят значимостта на КСК, важни за определена категория опасност, която обаче няма голям принос за общия риск.

За да се осигури пълнота и изчерпателност на процеса на определяне на значимите КСК се препоръчва сравнението с прагови стойности да се изпълнява поетапно спрямо резултатите за CDF, FDF или LERF от всяка категория изходни събития и опасности, и за всяко експлоатационно състояние. Друго възможно решение е избор на по-ниски прагови стойности.

6.8 Ако показателите на значимост показват, че дадено КСК не отговаря на критериите за FV или RAW (т.е. не удовлетворява праговите стойности), както не удовлетворява критериите на традиционните детерминистични методи, то преди да бъде класифицирано с най-ниския клас по безопасност по отношение на даденото КСК следва да бъдат проведени анализи на чувствителност.

Целта на анализите на чувствителност е да се определи дали има други условия, които могат да доведат до заключението, че компонентът е важен за безопасността. Като правило такива анализи са свързани с промяна на вероятностите за отказ на КСК, преглед на показателите за FV или RAW при използване на модел, в който не е отчетена неготовност, в резултат на дейностите по поддръжката или отчитане на други подходящи съображения.

6.9 Определените като значими за риска КСК генерират списък на оборудване, което следва да е обхванато от класификационния план на ЯЦ. Идентифицираните пропуски в класификационния план подлежат на допълнително разглеждане (например в контекста на защитата в дълбочина), за да се гарантира, че окончателната класификация на КСК е коректна и кореспондира на всички необходими фактори.

6.10 ВАБ може да се използва, за да се прецени дали могат да бъдат направени промени в изискванията за КСК.

Повишаване на изискванията към КСК, които първоначално не са класифицирани като важни за безопасността може да се обмисли, ако резултатите от ВАБ показват тяхната съществена значимост. Възможно е също така, да се идентифицират КСК, за които е резонно намаляване на изискванията, поради относително ниската им значимост за безопасността.

Решенията с промяна на изискванията следва да се приемат достатъчно обосновано и не могат да се базират само и единствено на резултатите от ВАБ. Подобни решения следва да бъдат добре аргументирани с прилагане на традиционните инженерни методи. Във всички случаи, резултатите от ВАБ могат да се ползват като основа за определяне на КСК с потенциал за промяна.

6.11 В случай, че голям брой КСК са пре-класифицирани и това предизвиква промяна на тяхната поддръжка (напр. периодичност на изпитвания), то могат да се променят и използваните в модела на ВАБ оценки за вероятността на определени видове отказ на КСК. Препоръчва се да бъде оценено кумулативното въздействие върху риска, за да се потвърди, че потенциалното увеличение на риска остава в приемливи граници и не настъпват промени в списъка на определените като значими за риска КСК.

6.12 Списъкът със значими КСК следва да се преразглежда за актуалност след утвърждаване на промени в модела на ВАБ.



7. ПРЕДЕЛИ И УСЛОВИЯ ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

ОБЩИ СЪОБРАЖЕНИЯ

7.1 В съответствие с чл. 181, [2], за поддържане на нивата на защита в състояние на готовност експлоатацията на ЯЦ се осъществява в съответствие с предели и условия за експлоатация. Пределите и условията за експлоатация се определят и обосновават на базата на проекта, анализите на безопасността и изпитванията при въвеждане в експлоатация и периодично и при необходимост се преразглеждат за отразяване на експлоатационния опит, извършените изменения на КСК, важни за безопасността, новите анализи на безопасността и развитието на науката и технологиите.

7.2 За всяко, определено като значимо за безопасността КСК (виж раздел 6) следва да бъдат дефинирани съответните предели и условия за експлоатация. По този начин се осигурява увереност по отношение на пълнотата на дефинираните предели и условия за експлоатация (т.е., че няма пропуснато значимо за безопасността оборудване).

7.3 На базата на показателите на значимост на параметрите в модела на ВАБ следва да се потвърди, че възприетите предели и условия за експлоатация не влияят негативно на баланса на проекта. (виж раздел 4).

В случай, че програмният продукт, използван за разработване на ВАБ, не позволява оценяване на показателите на значимост на параметрите, то може да се използват различни косвени показатели или анализи на чувствителност за придобиване на увереност, че възприетите предели и условия за експлоатация не се явяват фактор, който е определящ за балансирането на проекта.

7.4 На етапа на проектиране, ВАБ позволява да се сравнят показателите за риска при различни допускания за продължителност на извеждане на КСК или периодичност на надзора. Сравнението на тези показатели позволява да бъдат избрани оптимални от гледна точка на различни фактори предели и условия за експлоатация.

7.5 За действаща ЯЦ, където пределите и условията за експлоатация са дефинирани, ВАБ може да се използва за обосноваване на тяхната целесъобразност, както за обосноваване на предложения по тяхното изменение или за допустимост на предлагани временни отклонения.

7.6 Следва да бъде използван ВАБ в пълен обхват (т.е. вътрешни събития, вътрешни наводнения, вътрешни пожари, други вътрешни опасности, сеизмични събития, силни ветрове, транспортни събития и други външни опасности). В случай, че нивото на детайлност на ВАБ не позволява отчитането на всички аспекти, свързани с оценяваните предели и условия на безопасност, е необходимо модела на ВАБ да бъде разширен или доработен.

Допуска се използването на ВАБ с ограничен обхват, ако може да се демонстрира, че оценяваните предели и условия на безопасност нямат отношение или имат незначително въздействие върху резултатите от неразгледаните части на ВАБ.

7.7 Обикновено, основно се използва ВАБ за работа на енергийния блок на мощност. В случай, че обект на анализ са изискванията към системите, необходими за отвеждане на остатъчното топлоотделяне, то тогава е наложително по подходящ начин да се отчетат и резултатите от ВАБ за всички експлоатационни състояния.

В определени случаи е допустимо за оценка на риска при спрян блок да се използват ограничени анализи (например, само резултати от дадени дървета на отказите, ДО или анализ на вида и ефекта на отказите, АВЕО). Ограничаването до такъв тип анализи следва да бъде обосновано.



7.8 В случай, че изменението в пределите и условията за експлоатация се предлага с цел преместване на определени дейности по техническото обслужване от едно експлоатационно състояние на енергийния блок към друго, то при оценката следва да се отчитат резултатите от ВАБ, свързани с всички засегнати експлоатационни състояния.

7.9 Количествените мерки, предоставяни от ВАБ, следва да включват показатели, позволяващи сравнения с възприетите критерии за вземане на риск-информирано решение (виж 2.26÷2.29).

Примери за такива показатели се явяват изменение на средната годишна честота на повреда в активната зона или горивото (ΔCDF , ΔFDF) или изменение на честотата на големи ранни радиоактивни изхвърляния ($\Delta LERF$), абсолютните стойности на тези показатели (CDF , FDF , $LERF$), нарастване на условната честота на повреда в активната зона ($ICCDP$) или честота на повреда на горивото ($ICFDP$), когато КСК е в процес на поддръжка, кумулативното нарастване на условна вероятност за повреда в активната зона ($ICumCDP$ или $ICumFDP$) и други обосновани показатели.

7.10 При оценката на пределите и условията за експлоатация следва да бъдат адекватно отчетени както ефектите върху функциите и разполагаемостта на засегнатите КСК, така и ефектите върху оценките на честотите на изходните събития, свързани с тези КСК.

7.11 Предложенията за изменение в пределите и условията за експлоатация следва да са съпроводени с инженерна оценка, която да демонстрира съответствие с философията на защитата в дълбочина.

7.12 В рамките на всяко предложение за изменение в пределите и условията за експлоатация следва да се изследва потенциала за реализиране на високо рискови конфигурации на енергийния блок, които могат да имат място, ако в допълнение към предлаганото изменение възникнат други значими за риска фактори (например, отказ на друго оборудване или изпълнение на определени действия от оперативния персонал).

Целта на подобно изследване е да се гарантира, че са предвидени подходящи ограничения по отношение на доминиращите за риска конфигурации, свързани с изменението.

7.13 Въздействието върху показателите на риска от компенсиращите мерки, възприети като част от оценката на изменението на пределите и условията за експлоатация, следва да бъде разгледано, количествено или качествено.

7.14 При предлагане на изменения в изискванията на няколко предела и условия за експлоатация следва да се оцени кумулативното им въздействие върху риска.

7.15 Обосноваване и изменение на продължителността на извеждане на КСК

7.16 Времето за извеждане на КСК се определя като допустим период от време, през което енергийният блок може да остане в съответното състояние (обикновено на мощност) без да се налагат допълнителни действия за осигуряване на безопасността. До изтичане на този период работоспособността на КСК или трябва да бъде възстановена, или след изтичане на определения период, блокът трябва да се приведе в друго, определено от Технологичния Регламент състояние.

7.17 Продължителността на възприетите периоди на извеждане или тяхното изменение може да бъде оценена чрез подходящи анализи на надеждност или комплексно чрез използването на ВАБ.

7.18 Методите за оценка на вероятността на отказите по обща причина следва да бъдат достатъчно гъвкави, за да позволяват отчитането на изменение в пределите и условията за експлоатация, така че да се предотврати внасянето на допълнителна неопределеност към резултатите.



Следва да се има предвид, че вероятността за отказите по обща причина не зависи просто от броя на оставащите в експлоатация резервирани компоненти, но зависи също така от причината, поради която даден компонент е изведен (т.е. дали за превантивна или коригираща поддръжка). Това съображение е необходимо да се отчита, ако предлаганото изменение на допустимото време за извеждане е свързано с осигуряване на възможност за планирана поддръжка на КСК при работа на енергийния блок на мощност.

7.19 Използването на отсичащи стойности при пресмятането на модела на ВАБ следва да бъде съобразено с целите на приложението. Прилаганите отсичащи стойности трябва да са достатъчно ниски, за да се гарантира, че е избегнато значително подценяване на резултатите.

7.20 При оценката на въздействието на изменението на периода за извеждане е допустимо да се променят някои надеждностни показатели на КСК, ако са представени достатъчно аргументи подкрепящи подобна теза (например, честотата за извеждане на оборудването в непланов ремонт).

7.21 Целта на това приложение е по-скоро да демонстрира, че предлаганото изменение не води до значително нарастване на риска при равни други условия спрямо модела на ВАБ. Затова, отделни трудно оценими положителни ефекти от предлаганото изменение могат да бъдат пренебрегнати.

7.22 Когато предложението за изменение е свързано с увеличаване на периода на извеждане на КСК, поради необходимост от допълнително време за завършване на определена дейност по поддръжката, то при оценката на изменението на риска може да се отчете и приносът от състоянията с преход (т.е., риска формиран от състоянията, през които се преминава до достигане на изискуемото от Технологичния Регламент крайно състояние на енергийния блок).

Такъв тип отчитане на междинните състояния е особено целесъобразно, когато първоначално оцененото увеличение на риска е близо или малко над възприетите критерии за приемливост на предлаганото изменение.

7.23 Увеличаване на периода за извеждане може да се изисква с оглед на осигуряване на възможност за преместване на част от дейностите по планираната превантивна поддръжка на компонентите на система за безопасност при работа на енергийния блок на мощност. В тези случаи, при оценката следва допълнително да се отчете честотата на предвидената поддръжка.

7.24 Увеличение на времето за извеждане на оборудване на многоканални системи следва да бъде оценено при възможност с отчитането на различни количествени мерки като критерии за приемане.

Увеличение на времето за извеждане на канал от многоканални системи може да допринесе за увеличаване на вероятността за едновременни откази на повече от един канал (в резултат на увеличаване на вероятността на комбинациите между единични откази на оборудването на единия канал и неготовността поради извеждане на другия). Въздействието на такива комбинации от събития върху показателите за средния риск (например, CDF) може да е малко, но може да доведе до големи стойности за нарастване на условната честота на повреда в активната зона (ICCDP) или условната честота на повреда на горивото (ICFDP). Затова, се препоръчва този аспект да се изследва като част от съображенията в процеса на взимане на решение. Насоки за отчитане на подобен казус са дадени в [19] и [29].

7.25 Промените в модела за неготовност на КСК поради тест или ремонт следва да се основават на реалистична оценка за очакваната практика след като изменението бъде одобрено (например, колко често се очаква да се извежда КСК за предварително планирано техническо обслужване или непланов ремонт).



ОБОСНОВАВАНЕ И ИЗМЕНЕНИЕ НА ЧЕСТОТАТА НА НАДЗОРА

7.26 Периодичността (честотата) на изпълнение на дейностите по надзор и изпитвания като правило се основава на анализ на надеждността (включително, където е приложимо на ВАБ), на изследване на опита или на препоръки на производителя.

7.27 Целта на периодичните изпитвания на КСК при работа на енергийния блок на мощност е да се потвърди, че съответният канал на дадена система или КСК, който нормално се намира в режим на очакване (т.е. не е в работа) е в състояние да изпълнява, възложените функции. В този смисъл, периодичните изпитвания са основа за откриване на повреди и откази, възникнали в периода на очакване.

7.28 При използването на ВАБ за обосноваване или изменение на периодичността на надзора следва да се отчитат някои специфични методологични специфики на ВАБ методите, свързани със:

- традиционно, за определяне на вероятността на отказ на оборудването в режим на очакване, моделът на ВАБ изисква да са определени интензивността на отказ на компонента (λ) в режим на очакване и периодичността на провежданите изпитвания (тестове) в съответствие с утвърдената експлоатационна практика.

Математическият модел на ВАБ предполага периодична функция на неготовността на КСК, т.е. тестът е в състояние да идентифицира всички механизми на отказ и след него, КСК е абсолютно изправен. Следва да се отбележи, че е възможно определени механизми за отказ да не могат да бъдат открити при рутинното изпитване. Допуска се, че приносът на този тип механизми за отказ към неготовността на КСК е незначителен и се пренебрегва;

- моделът предполага, че интензивността на отказ на компонента (λ) е константна величина.

Следва да се отбележи, че в известна степен интензивността на отказ в режим на очакване може да зависи от периодичността на изпитванията. В този смисъл, необходимо е да се внимава доколко допускането, че оценените интензивности на отказ на оборудването остават константни, т.е. не зависят от предлаганото изменение, е действително и коректно.

Следва да се избягва увеличаване на периодичността на надзора, ако това може да доведе до получаване на по-големи стойности за интензивността на отказ спрямо съответните стойности в обобщените бази данни.

7.29 Използваната стратегия за изпълнение на изпитванията (резервираното оборудване се тества поетапно и изместено във времето или се тества последователно по едно и също време) оказва влияние върху стойностите за вероятността на отказите и следователно, върху показателите за риска. Влиянието върху безопасността на различни стратегии за изпитвания може да бъде оценено, за да се определи дали има въздействие върху предлаганото изменение.

7.30 Обикновено, въздействието на ефектите от самия надзор върху разполагаемостта на КСК е обект на друго ВАБ приложение, насочено към оценка на програмите за техническо обслужване (виж раздел 11). В случай, че предлаганото изменение налага или е свързано с промяна в обхвата и типа на надзора, то кумулативния ефект от двете въздействия следва да бъде адекватно оценен.

7.31 В този аспект следва да се разглеждат продължителността на теста (в случай, че предизвиква неготовност на тествания канал), грешките при възстановяване на нормалното състояние на КСК след теста, потенциала за предизвикване на изходни събития или увеличаване на честотата им, както и други приложими фактори.



8. АВАРИЙНИ ИНСТРУКЦИИ И РЪКОВОДСТВА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ТЕЖКИ АВАРИИ

ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

8.1 Резултатите от ВАБ могат да се използват при разработване и/или систематичен преглед на аварийните инструкции и ръководства за управление на тежки аварии.

8.2 ВАБ следва да се използва за определяне пълнотата на инструкциите за действие при отклонения от нормалната експлоатация, аварийните инструкции и ръководства за управление на тежки аварии като се фокусира върху областите, изискващи подобрене или разширяване на обхвата на покритие.

РАЗРАБОТВАНЕ И ОБНОВЯВАНЕ НА АВАРИЙНИТЕ ИНСТРУКЦИИ

8.3 В съответствие с чл. 190, ал. 2 на НОБЯЦ, [2] аварийните инструкции за проектни аварии трябва да дават указания за достигане на стабилно безопасно състояние на ЯЦ, а аварийните инструкции за сценариите, при които може да се предотврати значително повреждане на ядрено гориво – за възстановяване или компенсиране на загубени функции на безопасност и за действия за предотвратяване на повреда на ядреното гориво в активната зона или в басейна за съхранение на отработено гориво.

8.4 Като систематичен модел на реакцията на блока за широк спектър от изходни събития, вътрешни и външни опасности ВАБ ниво 1 може да бъдат използван в процеса на разработване, валидиране или подобряване на аварийните инструкции, чрез осигуряване на информация за слабостите в реакцията на енергийния блок по един реалистичен начин.

8.5 Принципно, моделът на аварийните последователности във ВАБ се базира на съществуващите аварийни инструкции и оценка на свързаните с тях човешки действия. Използването на съществуващи документи от своя страна, осигурява подробна информация за преразглеждане на аварийните инструкции и евентуални подобрения, произтичащи от резултатите от ВАБ.

8.6 На етапа на проектиране, разработването на ВАБ ниво 1 следва да се използва за определяне на аварийните инструкции, които трябва да бъдат разработени за конкретния проект на блока.

На етапа на проектиране, ВАБ ниво 1 използва аварийни инструкции от референтни ЯЦ. В процеса на разработване на модела на ВАБ могат да бъдат идентифицирани аварийни инструкции, които не отчитат напълно специфичните характеристики на проекта, както да се установят условия, които не са обхванати от комплекта аварийни инструкции на референтната ЯЦ.

8.7 За ЯЦ в експлоатация, ВАБ ниво 1 може да се използва за потвърждаване на пълнотата на аварийните инструкции (по отношение на обхванатите процеси и дефинираните в тях действия на персонала), определяне на области за подобрене и оценка на предлаганите изменения.

8.8 ВАБ ниво 1 позволява да се идентифицират аварийните последователности, които са значими за безопасността и за които следва да се потвърди, че са адекватно отразени в аварийните инструкции.

Прегледът следва да установи от една страна, че системите, кредитирани в съответните аварийни последователности са надлежно отчетени в аварийните инструкции, и от друга страна, да определи дали се налага включването на допълнителни действия на персонала, свързани с осигуряване на условия за функциониране на системите.



8.9 Резултатите от ВАБ могат да бъдат използвани за определяне и оценка на целесъобразността от разширяване на обхвата на аварийните инструкции чрез добавяне на алтернативни или допълнителни системи, оборудване и мерки, които да бъдат насочени към възстановяване на функциите на безопасност и предотвратяване на развитието на процесите в тежка авария.

Съществена част от подобен анализ представлява придобиването на увереност, че стъпките и насоките в аварийните инструкции са последователни, като крайните точки в тези насоки (т.е. точките с преустановяване на указанията) са избрани по начин, осигуряващ тяхната достатъчно ниска вероятност за реализация.

8.10 Извлечените поуки от анализа на действията на персонала следва да се използват в подкрепа на решенията за подобряване на аварийните инструкции. Препоръчително е усилията да се насочат към действията, важни за предотвратяване на сериозни повреди в активната зона или горивото.

При определяне на обхвата на необходимите изменения следва да се дефинират, както конкретните действия на персонала, така и необходимите условия за изпълнението им.

8.11 При използване на ВАБ за оценка на промени в аварийните инструкции, неговото ниво на детайлизация следва да позволява отчитане на предвидените промени, включително и в модела на аварийните последователности.

В случай, че ВАБ не предоставя необходимото ниво на детайлизация е допустимо да бъде доразвита само частта от модела на ВАБ, свързана с промените в аварийните инструкции, докато останалите части могат да запазят своето по-опростеното консервативно разглеждане.

8.12 Промените в аварийните инструкции следва да бъдат разгледани в контекста на анализа на надеждността на персонала, използван във ВАБ. Методът за анализ на надеждността на персонала трябва да може да оцени ефекта от промените в аварийните процедури върху използваните във ВАБ вероятности за грешки на персонала.

В случай, че съответната преоценка на вероятностите за отказ на персонала не може да бъде изпълнена, следва да се обмисли прилагането на друг подходящ метод или приближение. Ако промяната в аварийните инструкции не може да бъде отчетена, то ограниченията на модела на ВАБ следва да бъдат ясно посочени и дискутирани.

8.13 Промяната в средните оценки за честотата на повреда на активната зона (ΔCDF), честотата на повреда на горивото (ΔFDF) следва да се използва като критерий за определяне на ефекта от промяна в аварийните инструкции.

8.14 Показателите на значимост могат да се използват за приоритизиране на предлаганите промени в аварийните инструкции.

8.15 Прегледът на модела на ВАБ от ниво 1 може да се използва за получаване на обратна връзка и потенциално преразглеждане на условията за вземане на решение за преход от изпълнение на аварийни инструкции към прилагане на ръководства за управление на тежки аварии.

РАЗРАБОТВАНЕ И ОБНОВЯВАНЕ НА РЪКОВОДСТВА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ТЕЖКИ АВАРИИ

8.16 В съответствие с чл. 191, ал. 1 на НОБЯЦ, [2] ръководствата за управление на тежки аварии трябва да водят до намаляване на последствията от тежки аварии в случаите, когато действията на персонала, включително мерките, определени в аварийните инструкции, не са били успешни за предотвратяване на повреждането на активната зона или на ядреното гориво в басейна за съхранение.



Ръководствата за управление на тежки аварии следва да описват допълнителни стратегии, предназначени да осигурят на операторите и персонала на ЯЦ възможност да управляват аварийни последователности, които надхвърлят капацитета на стратегиите за смекчаване, определени в аварийните инструкции (напр. не може да се поддържа адекватно охлаждане на активната зона). При това фокусът на стратегията се променя от предотвратяване на повреда на горивото към смекчаване на последствията от повреда на горивото, включително минимизиране на радиологичните изхвърляния и защита на персонала.

8.17 В съответствие с чл. 192, ал. 1 на НОБЯЦ, [2] ръководствата за управление на тежки аварии се основават на стратегии за управление на сценариите, определени с анализа на слабостите и на способностите на енергийния блок при тежки аварии и на възможните мерки за управление, включително за защита на херметичната конструкция.

8.18 Моделът на ВАБ от ниво 2 в своята същност осигурява основа за оценка на въведените мерки и действията за смекчаване на ефектите от тежка авария след настъпване на повреда в горивото.

8.19 ВАБ ниво 2 следва да се използва за оценка на ефективността на заложените стратегии и мерки за управление на тежки аварии.

8.20 Показателите на значимост или изпълнението на спектър от анализи на чувствителност следва да се използват за приоритизиране на отделните стратегии и определяне на действията на персонала, изискващи особено внимание при интегрирането им в различните процедури и ръководства.

8.21 Анализът на действията на персонала следва да се използва за подобряване на качеството на ръководствата. Необходимо е да се потвърди, че критериите за изпълнение на различните действия са ясно дефинирани и описани в ръководствата.

8.22 Моделът на ВАБ ниво 2 може да се използва за потвърждаване, че в ръководствата за управление няма пропуснати значими феномени, очаквани при развитието на тежки аварии.

8.23 ВАБ ниво 2 позволява да се отчете неопределеността на отделните феномени и тяхната взаимовръзка. В този контекст, ВАБ ниво 2 може да се използва за определяне на мерките, които са насочени към смекчаване на въздействието на определен феномен, но могат да допринесат за увеличаване на вероятността на поява на друг негативен феномен.

Също така, моделът на ВАБ ниво 2 следва да се използва за потвърждаване, че действията на оператора не водят до по-тежки условия на протичане на аварията. В този смисъл, моделът на ВАБ ниво 2 следва да може да оценява всички положителни и негативни ефекти от предприетите действия на оператора и прилагането на стратегиите предвидени в РУТА.

8.24 Информацията за взаимозависимостите между различните феномени следва да се използва при разработването на насоки за управление на тежка авария (например, чрез прецизиране на заложените мерки или осигуряване на по-детайлна информация в ръководствата за възможните очаквани ефекти).

8.25 Промяната в средната оценка за честотата на големи ранни радиоактивни изхвърляния (Δ LERF) следва да се използва като критерий за определяне на ефекта от промяна в ръководствата за управление на тежки аварии. Показателите на значимост могат да се използват за приоритизиране на предлаганите промени.

АВАРИЙНО ПЛАНИРАНЕ

8.26 Аварийното планиране е процес на поддържане и оптимизиране на мерките за аварийна готовност и реагиране при евентуална авария с възможни радиационни



последствия. Тези мерки се основават на анализ на възможните сценарии за възникване и развитие на различни аварии и оценка на радиационния риск за населението.

8.27 Резултатите от ВАБ ниво 2 могат да се използват като входни данни при разработването на Аварийния план на ЯЦ (например, момент за активиране на аварийния план, избор на стратегия за смекчаване на последствията и т.н.). В този смисъл, моделът на ВАБ ниво 2 и резултатите за честотите на категориите на изхвърляне могат да се използват при определяне на стратегиите за управление на последствията от тежка авария.

ВАБ ниво 2 следва да предоставя необходимите оценки по тип, количества и честота на радиоактивните изхвърляния, за да бъде подходящ за целите на аварийното планиране.

8.28 Разработването на Аварийния план на ЯЦ може да се основава на една или повече референтни аварии, разгледани във ВАБ ниво 2.

Определените във ВАБ ниво 2 количества на радиоактивно изхвърляне следва да бъдат адекватно заложи в Аварийния план на ЯЦ. Необходимо е да се потвърди, че в Аварийния план на ЯЦ са използвани по-консервативни количества на радиоактивно изхвърляне.

8.29 Резултатите от ВАБ ниво 2 могат да се използват като отправна точка за определяне на последствията от изхвърляне на радиоактивен материал на площадката на ЯЦ или извън нейните граници.

8.30 Резултатите от ВАБ ниво 2 могат да се използват като основа за определяне и/или разширяване на зоните за аварийно планиране.

8.31 Аварийните последователности с най-висок принос за една или повече категории изхвърляния, определени с помощта на модела на ВАБ ниво 2 могат да бъдат използвани и при разработване на програмите за обучение на персонала.

9. ОЦЕНКА НА ЕКСПЛОАТАЦИОННИТЕ СЪБИТИЯ

9.1 ВАБ може ефективно да подпомогне процеса на оценка на експлоатационните събития като осигурява възможност за определяне на тяхната значимост по отношение на безопасността, както и като предоставя основа за провеждане на допълнителни анализи.

9.2 На вероятностна оценка могат да бъдат подложени всички експлоатационни събития, които засягат КСК или действия на персонала, относими към модела на ВАБ. Препоръчително е на такава оценка да се подлагат събитията, подлежащи на докладване съгласно [3].

9.3 На оценка могат да подлежат, както специфични за ЯЦ събития, така и събития, настъпили в други ЯЦ (транспонирани събития).

9.4 С оглед на въздействието им върху модела на ВАБ и използваните техники за анализ, експлоатационните събития могат да се разделят в следните основни групи:

- а) реални изходни събития – дадено експлоатационно събитие се определя като реално изходно събитие, когато експлоатационното събитие отговаря на дефиницията, възприета във ВАБ за изходното събитие и е включено в списъка на изходните събития;
- б) потенциални изходни събития – дадено експлоатационно събитие се определя като потенциално изходно събитие или предпоставка (прекурсор) за изходни събития, когато изразява нарушение в работата на ЯЦ, при което в резултат на навременното действие на автоматиката или оперативния персонал настъпването на изходно събитие е било предотвратено. При този тип събития се предполага повишаване на вероятността за възникване на съответното изходно събитие, отчетено в модела на ВАБ;



в) условни събития – дадено експлоатационно събитие се определя като условно, когато е регистрирана неизправност в системите, включени в модела на ВАБ, но не е възникнало изходно събитие. В този случай може да се очаква, че е налице поне един от възможните фактори - вероятността за възникване на изходно събитие е увеличена или разполагаемостта на системите, включени в модела на ВАБ е намалена.

9.5 Като основен параметър за вероятностната оценка на експлоатационните събития, традиционно се използва нарастването на условна вероятност за повреда на активната зона (ICCDP) или нарастването на условна вероятност за повреда на горивото (ICFDP). Насоки за определяне на тези параметри са дадени в Приложение 2.

9.6 Вероятностната оценка на експлоатационните събития позволява получаването на количествен индикатор за безопасна експлоатация за определен период от време (обикновено, за една календарна година или от едно презареждане с гориво до следващото). За получаването на подобен индикатор следва да се оцени кумулативният ефект върху безопасността от всички експлоатационни събития, реализирали се през съответния период. Насоки за определяне на този параметър са дадени в Приложение 2.

9.7 В случай, че експлоатиращата организация използва подобен индикатор за безопасността като част от анализа на тенденциите при експлоатацията, то следва да се обмисли актуализирането на индикаторите при актуализиране на ВАБ, свързано с промяна на методологичната основа.

Ако промяната на използваните във ВАБ методи и подходи оказва значително въздействие върху оценените показатели за риска (CDF, FDF, LERF), то актуализирането на индикаторите за безопасност за определен изминал период назад във времето може да е наложително, за да не се генерира прекомерно изкривяване в отчитаните тенденции. Във всички случаи, решението за актуализиране или не на индикаторите, следва да бъде обосновано.

9.8 При оценката на експлоатационните събития е необходимо състоянието на ЯЦ, възникналите откази или предприети от персонала действия да бъдат определени и точно отразени в модела на ВАБ.

9.9 За площадка с повече от един енергиен блок следва да се оцени и потенциала на експлоатационното събитие да се отрази на показателите на риска за площадката.

За оценка на експлоатационни събития, свързани с откази в споделени между енергийните блокове системи и ресурси може да се използва модел на площадката или други подходящи методи за определяне на промяната по отношение на такива показатели като общата честота за повреда на горивото и едновременната повреда на горивото на енергийните блокове.

9.10 Освен количествена оценка, модела на ВАБ позволява идентифицирането на основните приносители към риска в условията на възникналото експлоатационно събитие.

9.11 Прегледът и интерпретацията на получените резултати от оценката на експлоатационните събития може да се използва като основа за ефективна обратна връзка, както и да се определят възможностите за изменения в проекта или експлоатационната практика, насочени към намаляване на вероятността от повторно реализиране на подобни събития.

Препоръчва се за значимите събития провеждането на анализи на чувствителност (например, чрез прилагане на аналитични методи като „Какво, ако“ или други методи). Подобни анализи осигуряват извеждането на важни заключения относно механизмите, по които незначителни инциденти (събития без реални последици) могат да прераснат в



аварийни режими със сериозни последици.

9.12 Вероятностната оценка за дадено експлоатационно събитие може да бъде използвана като допълнително съображение в процеса на определянето му по скалата ИНЕС. В съответствие с [19] като подходяща може да бъде приложена следната релация:

<i>ICCDP (ICFDP)</i>	<i>ИНЕС</i>
$1 > ICCDP (ICFDP) \geq 1.0 \text{ E-}2$	3
$1.0\text{E-}2 > ICCDP (ICFDP) \geq 1.0 \text{ E-}4$	2
$1.0\text{E-}4 > ICCDP (ICFDP) \geq 1.0 \text{ E-}6$	1
$1.0\text{E-}6 > ICCDP (ICFDP) \geq 1.0 \text{ E-}8$	0

10. РАЗРАБОТВАНЕ И ВАЛИДИРАНЕ НА УЧЕБНИ ПРОГРАМИ

УЧЕБНИ ПРОГРАМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА АВАРИЙНИ ПРОЦЕСИ

10.1 В съответствие с чл. 239, ал. 3 на НОБЯЦ, [2] учебните програми за персонала трябва да включват разглеждане на собствения и чуждия експлоатационен опит, анализа на експлоатационните събития, установените коренни причини и определените коригиращи действия.

10.2 Програмите за обучение за действия при аварийни ситуации е необходимо да бъдат прегледани периодично и актуализирани, когато е необходимо, с цел отчитане на новите знания, собствения и чужд опит.

Необходимостта от извършване на промени следва да се оценява винаги, когато:

- са идентифицирани промени в съоръженията на блока/площадката, които могат да повлияят на способността за прилагане на стратегиите за управление на процесите;
- приложимите аварийни инструкции или общи технически ръководства за тежки аварии се актуализират (напр. промяна на насока) или се преразглеждат за съответствие със съвременните изисквания.

10.3 Учебните програми за управление на аварийните процеси е необходимо да включват:

- диагностициране и/или оценка на аварията;
- избор на аварийна инструкция или ръководство, които са най-подходящи за справяне със събитието и/или условията на блока/площадката;
- определяне на стратегията(ите), която(ито) ще бъдат приложени за управление на аварията, както и необходимите условия и време за изпълнение;
- формулиране на действията при аварии, в т.ч. определяне на критерии за взимане на решение за изпълнение на действие, което не се съдържа в или противоречи на аварийните инструкции или ръководства, ако се установи, че действието ще осигури по-добра защита на общественото здраве и безопасност;
- преглед и актуализация на стратегиите.

10.4 ВАБ се използва за разработване, подобряване и валидиране на учебните програми, включително обучението на тренажор посредством предоставяне на информация за аварийните процеси, значимостта на отделните изходни събития и действията на персонала предотвратяване или намаляване на последици от повреда на горивото.

10.5 Различните показатели за значимост, определени във ВАБ като правило са едни от



най-използваните количествени мерки с оглед оценката на пълнотата на учебните програми.

10.6 Необходимата убеденост, че учебните програми са съобразени с основните приносители към риска може да се демонстрира чрез:

- а) учебните програми обхващат всички действия на персонала, за които показателите на значимост, получени във ВАБ показват висока или средна важност. Стойността на показателите на значимост, използвана за определяне на важността следва да бъде обоснована и да гарантира пълнота на подхода;
- б) учебните програми включват всички значими за риска изходни събития. Сценариите за обучението на тренажор са съобразени с доминиращите откази за съответните изходни събития;
- в) периодичността на обучението по отделните аварийни режими е съобразена с резултатите от ВАБ. Препоръчва се планиране на по-често обучение по отношение на изходните събития с висок принос към безопасността или с висока честота за поява;
- г) в учебните програми са застъпени всички фактори по отношение на интерфейса човек-машина и взаимодействието процедура-обучение/оперативен персонал, използвани при моделиране на грешките на персонала и определяне на вероятностите за отказ на персонала.

10.7 Необходимо е учебните програми да описват развитието на аварийните процеси в достатъчна дълбочина, която да позволява извършването на проверка за съответствие с модела на аварийните последователности във ВАБ. Допусканията, опростяванията или други ограничения на модела на ВАБ следва да бъдат взети предвид в процеса на валидиране на учебните програми.

10.8 В случай, че в учебните програми не са застъпени основните приносители към риска, идентифицирани във ВАБ, то следва да се предвиди план за подобряване и коригиране на учебните програми.

10.9 Резултатите от вероятностната оценка на експлоатационните събития (виж Раздел 9) могат да се използват в подкрепа на обратната връзка от експлоатационния опит. Използването на тези резултати осигурява възможност за допълнително прецизиране на приоритетите за планиране на обучението на персонала. В допълнение, анализа на експлоатационните събития предоставя основа за отчитане в учебните програми на коренните причини, свързани с човешкия фактор.

10.10 Методите за анализ на надеждността на персонала, използвани във ВАБ следва да позволяват отчитане на промени в учебните програми. В случай, че съответната преоценка на вероятностите за отказ на персонала не може да бъде изпълнена, следва да се обмисли прилагането на друг подходящ метод или приближение.

10.11 Промяната в средните оценки за показателите на безопасността (ΔCDF , ΔFDF или $\Delta LERF$) следва да се използва като критерий за определяне на ефекта от промяна в учебните програми.

УЧЕБНИ ПРОГРАМИ ЗА ТЕХНИЧЕСКО ОБСЛУЖВАНЕ

10.12 Информацията за значимостта на събитията, свързани с техническо обслужване следва да се използва като основа за определяне на обхвата на учебните програми, подлежащи на преглед и потенциално подобрене.

10.13 Прегледът на учебните програми, свързани с оборудването, включено в значимите откази по обща причина следва да се съсредоточи върху идентифициране на потенциални пропуски в тях, способстващи за проява на коренни причини или свързващ механизъм.



10.14 КСК, важни за безопасността следва да бъдат надлежно обхванати в процеса на обучението. Необходимо е да се потвърди, че критериите за изпълнение на техническото обслужване са обосновани с оглед изпълнението на функциите на КСК и цялостното разбиране на механизмите на отказ.

10.15 Резултатите от оценките на значимите пред-аварийни действия на персонала могат да се използват за приоритизиране на необходимите промени в учебните програми.

Идентифициране на основните приносители в оценката на значимите действия може да подпомогне процеса на определяне на дейностите по техническо обслужване с най-голямо потенциално влияние върху неготовността на КСК, както и свързаните подобрения в учебните програми.

Програмите за обучение следва да обръщат специално внимание на тези дейности, които могат да предизвикат едновременен отказ или неразполагаемост на няколко канала от една система или на няколко канала от различни системи (например, „забравена в грешно положение” арматура, която е обща за каналите от една система или за няколко системи).

10.16 При необходимост следва да се обмисли по-интензивно обучение по отношение на техническото обслужване на значимите за безопасността КСК.

10.17 Аналогично на повечето ВАБ приложения, промяната в средните оценки за показателите на безопасността (ΔCDF или ΔFDF) следва да се използва като критерий за определяне на ефекта от промяна в учебните програми, свързани с техническото обслужване.

11. ПЛАНИРАНЕ НА ТЕХНИЧЕСКОТО ОБСЛУЖВАНЕ

ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

11.1 В съответствие с чл. 217, ал. 1 на [2], програмите за техническо обслужване, изпитвания, надзор и инспекции, следва да бъдат насочени към осигуряване на съответствието на работоспособността, надеждността и функционалността на КСК, важни за безопасността, с проектните изисквания през целия срок на експлоатация на ЯЦ. Тези програми е необходимо да отчитат пределите и условията за експлоатация и да се преразглеждат с отчитане на експлоатационния опит.

11.2 В съответствие с чл. 217, ал. 4 на [2], програмите за периодични инспекции, надзор и изпитвания следва да определят действията, чрез които да се потвърди, че КСК, важни за безопасността, изпълняват изискванията за по-нататъшна безопасна експлоатация или да предвидят необходими мерки за възстановяване. В съответствие с чл. 218, ал. 1, обхватът и честотата на техническото обслужване, изпитванията, надзорът и инспекциите на КСК следва да се определят чрез систематичен подход на основата на:

- тяхната важност за безопасността;
- тяхната вътрешноприсъща надеждност;
- тяхната склонност към деградация (на основата на експлоатационен опит, научни изследвания и препоръки на производителите);
- експлоатационния и друг приложим опит и резултатите от контрола на състоянието на КСК.

11.3 ВАБ следва да се използва при определяне на приоритетите на дейностите по техническото обслужване на КСК, които могат да имат влияние върху безопасността на ЯЦ. По този начин информацията, получена от ВАБ осигурява систематичен подход за удовлетворяване на изискванията на чл. 224 на [2].



11.4 Дейностите по техническото обслужване е необходимо да се планират и разполагат във времето по подходящ начин с оглед минимизиране на увеличението на риска, свързано с извеждане на значими за безопасността КСК и осигуряване на безопасното състояние на ЯЦ в съответствие с чл. 222, ал. 2 на [2].

11.5 За целите на това приложение следва да бъде използван ВАБ в пълен обхват (т.е. вътрешни събития, вътрешни наводнения, вътрешни пожари, други вътрешни опасности, сеизмични събития, силни ветрове, транспортни събития и други външни опасности). Използването на ВАБ с ограничен обхват следва да бъде обосновано като се демонстрира, че неотчетените въздействия нямат потенциал да повлияят на пълнотата на направените изводи и заключения.

11.6 Резултатите от дейностите по техническото обслужване следва да се сравняват спрямо допусканията, използвани при оценка на надеждността и разполагаемостта на оборудването. Тази информация позволява отразяване на вътрешноприсъща надеждност на КСК и определяне на подходящи управленски решения спрямо коригиращите мерки или решения за модификации на оборудването.

11.7 Използването на ВАБ е необходимо, за да подпомага персонала при оптимизиране на програмата за техническо обслужване, т.е.:

- да идентифицира оборудването, което изисква преразглеждане и подобрене на възприетото техническо обслужване (тъй като подобряването на неговата надеждност води до повишаване на безопасността);
- да идентифицира оборудването, за което може да се възприеме ограничено техническо обслужване (доколкото намаляването на надеждността на това оборудване няма да засегне нивото на безопасност);
- да идентифицира оборудването, което изисква, само коригиращо техническо обслужване (доколкото неразполагаемостта на това оборудване не води до голямо увеличаване на риска).

11.8 При използване на ВАБ за оценка на влиянието върху риска на предложения за изменения на обхвата на техническо обслужване, следва да се отчита очакваното изменение в надеждностните параметри на КСК в следствие на измененията в поддръжката.

11.9 Изменението на основните показатели за риска следва да се използва като критерии за вземане на риск-информирано решение (виж 2.26÷2.29).

11.10 При предлагане на различни изменения в програмите за техническото обслужване следва да се оцени кумулативният им ефект върху показателите за риска.

11.11 Използването на ВАБ в подкрепа на планирането на техническото обслужване се осъществява в голяма степен чрез различни ВАБ приложения, основните от които са риск-информирано изпитване, риск-информирани инспекции и в подкрепа на програмите за ремонт.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВАБ В ПОДКРЕПА НА ПРОГРАМИТЕ ЗА ИЗПИТВАНИЯ НА КСК

11.12 Целта на прилагането на риск-информиран подход към изпитванията е да осигури увереност, че обхвата, методите и оптимизирането на програмите се осъществява с отчитане на значимостта на КСК към риска. Риск-информираният подход предполага фокусиране на усилията към КСК с по-голямо значение за безопасността.

11.13 Прилагането на риск-информиран подход за оптимизация на програмите за изпитвания подпомага по-добро използване на наличните ресурси и може да допринесе за намаляване на общите разходи за експлоатация и техническо обслужване, като



същевременно се поддържа високо ниво на безопасност.

11.14 Аналогично на всички ВАБ приложения, при прилагането на риск-информиран подход в прегледа на програмите за изпитвания, ВАБ следва да се използва съвместно с традиционните детерминистични методи и експертни оценки.

11.15 В рамките на риск-информирания подход ВАБ следва да се използва за идентифициране на значимите КСК и за определяне на ефектите върху показателите на риска при предложения за изменения в програмите за изпитвания, [9], [11] и [28].

11.16 За да бъде адекватен за целите на това приложение, ВАБ следва да има подходящо ниво на детайлност. Моделът на ВАБ следва да осигурява лесно свързване на КСК с базовите събития в модела, като позволява оценки на показателите за значимост на ниво оборудване на системите.

11.17 За идентифициране на значимите КСК следва да се използват показателите на значимост (насоки за определяне значимите КСК са представени в раздел 6 и Приложение 1) и резултатите от анализите на чувствителност (особено, когато допусканията в модела засягат функционирането на определени КСК, аспекти на техническата поддръжка или конфигурацията на енергийния блок). Окончателното категоризиране на КСК следва да се извършва при съвместното използване на данните от ВАБ, детерминистичните методи и експертните оценки.

11.18 Като правило, значимите за безопасността КСК са обект на по-интензивни изпитвания докато КСК с относително нисък принос към риска могат да бъдат обект на по-малко интензивно изпитване.

11.19 Програмата за изпитвания на КСК подлежи на преглед и актуализиране в съответствие с промените в резултатите от ВАБ при неговото актуализиране.

11.20 При наличие на ВАБ модел на площадката за ЯЦ с повече от един енергийни блокове, то този модел следва да се използва за осигуряване на допълнителна представа по отношение на значимостта на споделените системи и компоненти спрямо показателите за риска на площадката.

11.21 Независимо, че в модела на ВАБ са отчетени много КСК, участващи в изпълнението на функциите за безопасност, по различни причини е напълно възможно да има КСК, обхванати от програмите за изпитвания при експлоатация, които да не са включени в модела на ВАБ. Такива КСК не могат да бъдат третирани като незначими за безопасността само на базата, че не са моделирани във ВАБ. Категоризирането на тези КСК следва да се основава изцяло на традиционните детерминистични методи на оценка.

11.22 При отразяване във ВАБ на изменения в програмите за изпитвания при експлоатация, следва да се вземе предвид:

- измененията в методите и обхвата на изпитванията като въздействие и ефект върху надеждностните характеристики на КСК. Следва да се провери възможността за възникване на условия за нови изходни събития или нови видове откази на КСК, които не са разглеждани в модела на ВАБ;
- определяне на КСК, които пряко или косвено са свързани с предложеното изменение, включително всички КСК, които не са обхванати от програмите, но които биха били засегнати от предложеното изменение;
- определяне на ефекта от предложеното изменение върху функционалната разполагаемост на засегнатите КСК.

Изпитвания, при които не се повлиява функционалната разполагаемост на КСК (например, ако при възникване на необходимост, КСК автоматично преминава към



изпълнение на своите функции независимо от провежданото изпитване) като правило са неутрални по отношение на риска и не отчитат в модела на ВАБ, което не позволява да бъдат оценени. Целесъобразността на предлаганите изменения в този тип изпитвания следва да се оценява изцяло с детерминистични методи.

11.23 Надеждностните характеристики на КСК следва да бъдат прегледани за демонстриране, че измененията в методите и обхвата на изпитванията остават адекватни спрямо контрола на основните коренни причини за отказ на КСК. Всички очаквани ефекти от предлаганото изменение върху показателите на надеждност следва да бъдат разгледани в достатъчна дълбочина и при необходимост да бъдат подбрани нови показателите на надеждност на КСК.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВАБ В ПОДКРЕПА НА ПРОГРАМИТЕ ЗА ИНСПЕКЦИИ

11.24 В съответствие с чл. 218, ал. 3 на [2], контролът на метала се провежда на интервали, чиято продължителност се определя на основата на откриване на всяко влошаване на най-натоварения компонент, преди да доведе до отказ.

11.25 Важен елемент от защитата в дълбочина по отношение на програмата за инспекции на тръбопроводите е поддържането на надеждността на независимите бариери пред отделяните продукти на делене. В този контекст решенията по изменение на програмата за инспекции следва да се вземат с отчитане, както резултатите от ВАБ, така и с отчитане на съображенията на традиционните детерминистични методи.

11.26 Риск-информираният подход за оценка на програмата за инспекции не следва да се третира като метод, насочен към намаляване на инспекциите. Прилагането на риск-информирания подход следва да осигури база за оптимизиране и подобряване на дейностите, така че съответните изменения в програмата за инспекции да са съобразени с влиянието им върху риска от експлоатацията на ЯЦ.

11.27 Риск-информираният подход за инспекции е предназначен да систематизира третирането на всички отделни места по тръбопроводите на системите на ЯЦ (сегменти), които са обект на деградация и могат да повлияят върху показателите на риска.

Сегментите на тръбопроводите могат да бъдат дефинирани по различни критерии като:

- физически характеристики и граници на тръбопроводите;
- сходство в очакваните механизми на деградация или подобие във вида на отказ;
- очаквани последствията от повредите.

Каквито и критерии да се използват за сегментиране на тръбопроводите, те следва да бъдат описани и обосновани.

11.28 Методологията на риск-информирани инспекции се състои в подреждане на сегментите и свързаните с тях елементи, подлежащи на инспекция (например, заваръчни шевове, колена, съединения и т.н.), в зависимост от тяхната значимост спрямо показателите на риска, както и в разработване на стратегия за провеждане на инспекциите (честота, метод, размер на образците и т.н.), съизмерими с определената значимост.

11.29 Риск информирания подход следва да се използва в подкрепа на решенията относно изменения в програмата за инспекции, така че акцентът да падне върху онези сегменти от даден тръбопровод, които имат най-голяма значимост за риска.

Интегрирането в програмата за инспекции на съображения, свързани с риска, фокусира усилията върху по-важните сегменти на тръбопроводите, като същевременно идентифицира необходимостта от прилагането на по-подходящи методи за инспекция



спрямо очакваните механизми за деградация и коренни причини за повреди. Този подход може да се използва и за редуциране на инспекциите на сегменти с ниска значимост спрямо показателите за риска.

11.30 В риск-информирания подход за инспекции се приема, че значимостта на сегментите се определя чрез отчитането, както на оценката (качествена или количествена) за потенциала на възникване на деградация на съответния сегмент, така и на оценката по отношение на възможните последици при настъпване на отказ/повреда на съответния сегмент (например, условна вероятност за повреда на горивото).

11.31 Като цяло, резултатите от ВАБ могат да се използват като входни данни за определяне на:

- сегментите на тръбопроводите, които следва да бъдат обхванати от програмата за инспекции;
- значимостта към риска на отделните сегментите;
- целевите вероятности за отказ на инспектираните тръбопроводи;
- промяната на показателите на риска, произтичаща от предлагани изменения в програмата за инспекции.

11.32 Вероятността за отказ на всеки сегмент следва да се определя на базата на инженерен анализ, отчитащ механизмите на деградация, динамичните натоварвания, размер и разпределение на дефектите, влиянието на околната среда и експлоатационния опит.

Програмите, използвани за структурната надеждност на сегментите следва да са верифицирани и да използват утвърдени математически модели.

11.33 Последствията от отказа на сегмента следва да отчитат преките и косвените ефекти от загубата на флуида.

Преките последици обикновено се дефинират като причина за изходно събитие или като причина за отказ на канал на дадена система (или системата като цяло). Косвените последици се определят от пространствените ефекти като наводнение, пръскане или камшичен удар, които могат да засегнат разположените в съседство КСК.

При дефиниране на последици следва да се разграничават отказите на сегментите в режим на очакване (определени основно от умора и статични натоварвания) и в режим на стартиране или работа (в резултат на динамични натоварвания на сегмента). Това разграничение е необходимо, за да се осигурят адекватни резултати от модела на ВАБ, тъй като се очаква програмата за инспекции да бъде фокусирана към контрол на състоянието на метала, определящо значимите за риска откази на сегментите.

11.34 Необходимо е внимателно разглеждане на потенциала за отказ по обща причина на сегментите. Изборът на параметрите и методът за количествено определяне на вероятностите за отказ по обща причина на сегментите следва да бъде обоснован и съобразен с наличието на подходящи данни.

11.35 Надеждността на възприетите методи за инспекции (включително, персонал и квалификация на оборудването), свързани със своевременното откриване на отказите на сегментите, следва да бъде отчетена при определянето на вероятността за отказ на сегментите.

11.36 Повредите по тръбопроводи, които водят директно до изходни събития, като правило, следва да са включени в обхват на ВАБ. В този смисъл, за целите на вероятностната оценка на ефекта от повредите на сегменти по такива тръбопроводи е достатъчно да се установи релацията между съответния сегмент и модела на ВАБ.



Оценката на условната вероятност за повреда на активната зона или горивото може да бъде получена, както на база на резултатите на значимост за кореспондиращото изходно събитие, така и на база на цялостно пресмятане на модела на ВАБ. Процеса на свързване с конкретни изходните събития от модела на ВАБ, както и метода за получаване на условната вероятност за повреда на активната зона или горивото при повреда на даден сегмент, следва да бъде надлежно документиран.

11.37 Повредите на сегменти по тръбопроводи, които не предизвикват изходно събитие, но водят до отказ на канал на дадена система (или системата като цяло) на кредитирани в модела на ВАБ системи, могат и да не са включени в модела. В такива случаи е необходимо модела на ВАБ да бъде доразвит за получаване на условната честота на повреда в активната зона или честота на повреда на горивото, в зависимост от възприетия подход за вероятностна оценка на програмата за инспекции.

Възможни са различни подходи – от използването на заместващи компоненти до цялостно и директно включване на отказите на съответните сегменти в модела на ВАБ, [17] и [30]. Във всички случаи следва да се потвърди, че косвените ефекти от отказите на различните сегменти са адекватно отчетени в модела на ВАБ.

Независимо какъв подход се използва, възприетите количествени мерки за целите на процеса на вземане на решения, както методите за тяхното получаване, следва да бъдат надлежно обосновани и описани.

11.38 ВАБ следва да бъде използван за определяне на очакваното общо изменение на показателите за риска при ревизии в програмата за инспекции на метала. Това изменение съвместно с прегледа на резултатите е необходимо за съпоставяне спрямо насоките за оценка на приемливостта на предлаганите ревизии в програмата.

Количественото определяне на изменението на показателите за риска може да бъде получено, както на базата на цялостно пресмятане на модела на ВАБ, така и на базата на провеждане на различни анализи на чувствителност. Независимо от избрания подход, всички ограничения или допускания следва да бъдат представени и обосновани.

11.39 При наличие на ВАБ модел на площадката за ЯЦ с повече от един енергийни блокове, то този модел следва да се използва за осигуряване на допълнителна представа по отношение на значимостта на отказите на тръбопроводите на споделените системи.

Информацията за въздействието на отделни повреди в тръбопроводите на споделените системи може да идентифицира необходимост от корекция на техните стратегии за инспекция, която не би могла да бъде констатирана в контекста на резултатите от ВАБ за един енергиен блок.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВАБ В ПОДКРЕПА НА ПРОГРАМИТЕ ЗА РЕМОНТ

11.40 Използването на ВАБ в подкрепа на програмите за ремонт и техническо обслужване е насочено към оптимизиране или установяване на области за подобрене, въз основа на информацията за надеждността на КСК и тяхната значимост за риска..

11.41 Дейностите по ремонта като правило се изпълняват, за да осигурят необходимото ниво на надеждност на КСК. Тези дейности следва да бъдат внимателно управлявани, с цел постигане на баланс между очакваните ползи и потенциалното въздействие върху безопасността и разполагаемостта на системите.

11.42 ВАБ позволява да се придобие увереност, че от една страна, всички КСК, свързани с поддържането на функциите за безопасност са обхванати в програмите за превантивна поддръжка и от друга страна, предвидените дейности осигуряват необходимото ниво на надеждност на КСК.



11.43 Възможностите за намаляване/увеличаване на обема и задачите по поддръжката следва да се разглеждат в контекста на функциите, които КСК изпълнява и тяхното ниво на значимост.

За незначими или малко значими КСК може да се обмисли редуциране на действията или периодичността на изпълнение на превантивната поддръжка. Подобен подход може да се възприеме и по отношение на такива аспекти на поддръжката, които не са насочени към изпълнението на критични функции на КСК.

11.44 За идентифициране на значимите КСК и съответният вид на откази могат да се използват показателите на значимост. Отчитайки, че ВАБ модела може да не включва определено оборудване, то окончателния списък на оборудването и възможните му откази, обхванато в програмите за ремонт следва да се изготви с отчитане на данните от традиционните детерминистични методи, [9], [11], [16], [29] и [38].

Необходимо е да се демонстрира, че възприетият критерий за значимост няма да доведе до некоректно подценяване или отпадане на определени КСК.

11.45 На базата на оценката за значимостта на КСК, детерминистичните изисквания за изпълнение на функциите на системите, към които се отнасят КСК и наблюдавания експлоатационен опит следва да се определят стратегиите за поддръжка.

За нови ЯЦ, където няма експлоатационен опит може да се допусне, че информацията от референтна ЯЦ (или от подобни ЯЦ) е достатъчна, ако е установено, че програмите за превантивна поддръжка на референтната ЯЦ (или от подобни ЯЦ) са ефективни, както, че методологията за определяне на коренните причини за дефекти и откази е адекватна, а изводите и коригиращите мерки са заложили в програмите.

11.46 Влиянието на измененията в стратегиите за техническо обслужване и превантивна поддръжка върху показателите на риска може да бъде оценено чрез подходящо изменение на надеждностните параметри на базовите събития, изразяващи откази на КСК и честотите на изходните събития, свързани със загуба на системите на ЯЦ.

11.47 Освен за оценка на ефекта от изменение на стратегиите за техническо обслужване, ВАБ може да се използва за оценка на конфигурациите на ЯЦ, свързани с извеждане на оборудването за ремонт. Тази информация позволява адекватно планиране на ремонтните дейности и управление на риска, [38].

11.48 При оценка на ремонтните дейности, изпълнявани при работа на мощност на енергийния блок следва да се отчитат изискванията на Технологичния регламент, степента на резервираност на изпълнение на функциите за безопасност, продължителността на извеждане на КСК, потенциала за повишаване на честотите на изходни събития, свързани с ремонтираното оборудване, наличието на функционални или други зависимости, ефекта върху капацитета на изпълнение на функциите на системите с изведено от експлоатация оборудване, възможни коригиращи мерки, както и възможността да бъде възстановена бързо работоспособността на КСК с оглед на обхвата на съответните ремонтни дейности.

11.49 В определени случаи, ако е целесъобразно могат да се разгледат фактори като:

- влиянието върху показателите на риска, ако поддръжката се изпълни при спряна енергиен блок и ако се изпълни при работа на мощност;
- влиянието върху показателите на риска с отчитане на преходните състояния, свързани със спиране на енергийния блока за продължаване на ремонтните дейности. Съпоставянето на изменението на риска със спиране на блока спрямо оставането на мощност до завършване на ремонтните дейности може да предостави основа за вземане на решение.



11.50 Нивото на детайлност при отчитане на ремонтните дейности в модела на ВАБ следва да бъде съобразено с целите на управлението на риска и да бъде съизмеримо спрямо сложността на очакваната конфигурация на ЯЦ.

11.51 Дейностите по планираната поддръжка, свързани с обезопасяване, преместване или прекарване на временни връзки следва да бъдат оценени в контекста на всички допълнителни усложнения, които могат да предизвикат при изпълнението на функциите на безопасност.

11.52 ВАБ следва да бъде използван в процесът на планиране и за контрол на осигуряването на основните функции при спряно състояние на енергийния блок. При това състояние се наблюдава естествено редуциране на нивото на резервираност, поради изпълнение на основния обем от дейности по превантивна поддръжка на КСК и изводите от ВАБ могат да подпомогнат за изготвяне на:

- график на дейностите, съобразен с оценките за риска;
- предотвратяване на едновременното извеждане на значимо за дадена конфигурация оборудване;
- определяне на значимото оборудване, чието състояние следва да бъде наблюдавано и контролирано, докато не бъде възстановена работоспособността на други КСК.

11.53 Ефективното управление на риска може да бъде постигнато чрез използването на различни данни от ВАБ освен общите количествени показатели за риска. Извеждането на КСК от експлоатация може да промени значимостта на различните фактори, допринасящи за риска, спрямо тези на базовия модел на ВАБ. Специфичните конфигурации могат да доведат до повишаване на значимостта на определени изходни събития или КСК, като изместват фокуса върху специфични смекчаващи действия.

11.54 Резултатите от ВАБ за конкретна конфигурация на ЯЦ следва да се използват за определяне на условия (допълнителни откази или въздействия), при които следва планираните дейности по поддръжката да бъдат преустановени или да се въведат коригиращи и компенсиращи мерки. Изпълнението на анализи на чувствителност спрямо определената конфигурация на ЯЦ може да бъде използвано като инструмент, осигуряващ достатъчно данни за оценка на възможните условия и коригиращи мерки.

В този контекст следва да се разглежда и повишаването на потенциала за реализиране на вътрешни опасности в резултат на изпълнение на съответните ремонтни дейности, като е необходимо да се осигури увереност, че необходимите функции на безопасност могат да бъдат изпълнени в усложнените условия.

11.55 Процесът на оценяване може да се извърши чрез използване на модела на ВАБ, модел на мониторинг на риска или други подходящи математически подходи, осигуряващи необходимите количествени мерки.

Какъвто и подход да бъде избран следва да бъде обоснован и съобразен с целите на оценяваните ремонтни действия или програми.

12. СПИСЪК НА СЪКРАЩЕНИЯ

АВЕО	Анализ на вида и ефекта на отказите
АЯР	Агенция за ядрено регулиране
ВАБ	Вероятностните анализи на безопасност
ДО	Дърво на отказите
КСК	Конструкции, системи и компоненти
НОБЯЦ	Наредбата за осигуряване безопасността на ядрените централи



ОАБ	Отчет за анализ на безопасността
ОК	Осигуряване на качеството
ПОК	Програма за осигуряване на качеството
ЯЦ	Ядрена централа

13. ПРЕПРАТКИ, ИЗПОЛЗВАНИ ДОКУМЕНТИ

- [1] Закон за безопасно използване на ядрената енергия, изм. и доп., ДВ бр. 17 от 25.02.2020 г.;
- [2] Наредба за осигуряване безопасността на ядрените централи, изм., ДВ бр. 37 от 4.05.2018 г.;
- [3] Наредба за условията и реда за уведомяване на АЯР за събития в ядрени съоръжения, в обекти и при дейности с източници на йонизиращи лъчения и при превоз на радиоактивни вещества, изм. и доп., ДВ бр. 11 от 31.01.2017 г.;
- [4] Ръководства по безопасност, Вероятностни анализи на безопасността на ядрени централи, РР - 7/2010, Агенция за ядрено регулиране, 2010;
- [5] A framework for an integrated risk informed decision making process, INSAG-25, IAEA, Vienna, 2011;
- [6] Safety of Nuclear Power Plants: Design, Specific Safety Requirements SSR-2/1 (Rev. 1), IAEA, Vienna, 2016;
- [7] Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation, Specific Safety Requirements SSR-2/2 (Rev. 1), IAEA, Vienna, 2016;
- [8] Safety Assessment for Facilities and Activities, General Safety Requirements GSR Part 4 (Rev. 1), IAEA, Vienna, 2016;
- [9] Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide SSG-3, IAEA, Vienna, 2010;
- [10] Development and Application of Level 2 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide SSG-4, IAEA, Vienna, 2010;
- [11] Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants, Draft Specific Safety Guide DS523, IAEA, Vienna, 2022;
- [12] Operational Limits and Conditions and Operating Procedures for Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide SSG-70, IAEA, Vienna, 2022;
- [13] Recruitment, Qualification and Training of Personnel for Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide SSG-75, IAEA, Vienna, 2022;
- [14] Assessment of Defence in Depth for Nuclear Power Plants, Safety Report Series № 46, IAEA, Vienna, 2005;
- [15] Application of PSA for NPPs, IAEA-TECDOC-1200, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2001;
- [16] Attributes of Full Scope Level 1 Probabilistic Safety Assessment (PSA) for Applications in Nuclear Power Plants, IAEA-TECDOC-1804, IAEA, Vienna, 2016;
- [17] Risk Informed In-service Inspection of Piping Systems of Nuclear Power Plants: Process, Status, Issues and Development, Nuclear Energy Series No. NP-T-3.1, IAEA,



- Vienna 2010;
- [18] Probabilistic Safety Analysis (PSA): Quality and Scope, Guideline for Swiss Nuclear Installations ENSI – A05\е, 2019;
 - [19] Probabilistic Safety Analysis (PSA): Applications, Guideline for Swiss Nuclear Installations ENSI – A06\е, 2015;
 - [20] WENRA Safety Reference Levels for Existing Reactors, Revision 2020;
 - [21] RHWG Report on Safety of new NPP designs, WENRA, 2013;
 - [22] Probabilistic risk assessment and risk management of a nuclear power plant, Finish Nuclear Radiation and Safety Authority (STUK), Guide YVL A.7, 2019;
 - [23] Classification of systems, structures and components of a nuclear facility, Finish Nuclear Radiation and Safety Authority (STUK), Guide YVL B.2, 2019;
 - [24] Guidance to Risk-Informed Evaluation of Technical Specifications using PSA, Nordic nuclear safety research NKS-223, 2010;
 - [25] Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications, American Society of Mechanical Engineers, ASME/ANS RA-S-1.1–2022;
 - [26] Severe Accident Progression and Radiological Release (Level 2) PRA Standard for Nuclear Power Plant Applications for Light Water Reactors (LWRs), American Society of Mechanical Engineers, ASME/ANS RA-S-1.2-2014, 2015;
 - [27] An approach for using probabilistic risk assessment in risk-informed decisions on plant-specific changes to the licensing basis, Regulatory Guide 1.174, Revision 3, US NRC, 2018;
 - [28] Plant-specific, risk-informed decision making: Inservice Testing, Regulatory Guide 1.175, Revision 1, US NRC, 2021;
 - [29] Plant-specific, risk-informed decision making: Technical Specification, Regulatory Guide 1.177, Revision 2, US NRC, 2021;
 - [30] Plant-specific, risk-informed decision making for inservice inspection of piping, Regulatory Guide 1.178, Revision 2, US NRC, 2021;
 - [31] Guidelines for categorising structures, systems, and components in nuclear power plants according to their safety significance, Regulatory Guide 1.201, Revision 1, US NRC, 2006;
 - [32] Acceptability of probabilistic risk assessment results for risk-informed activities, Draft Regulatory Guide DG-1362, Proposed Revision 3 to Regulatory Guide 1.200, US NRC, 2020;
 - [33] NEI 00-04, 10 CFR 50.69 SSC Categorization Guideline, NEI, 2005;
 - [34] Risk Assessment of Operational Events Handbook, Revision 2.02, US NRC, 2017;
 - [35] Probabilistic Safety Analysis, Nuclear Safety Technical Assessment Guide NS-TAST-GD-030 Revision 7, ONR GUIDE, 2019;
 - [36] Implementation of Defence in Depth at Nuclear Power Plants, Nuclear Regulation 2016, NEA No. 7248, 2016;
 - [37] Sandia Report SAND2021-14591, Safety and Security Defence-in-Depth for Nuclear



- Power, Sandia National Laboratories, 2021;
- [38] NUMARC 93-01, Revision 4F, Industry guideline for monitoring the effectiveness of maintenance at NPP, NEI, 2018;
- [39] Рекомендации по применению риск-информативного метода при обосновании риск-информативных решений, связанных с безопасностью блока атомной станции, Руководство по безопасности РБ-101-16, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Москва 2016.

14. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Обозначение	Термин/определение	Описание
CDF	Честота за повреда на активната зона	Честотата на повреда в активната зона (CDF) /гориво (FDF), количествено определена във ВАБ ниво 1 на енергиен блок, която е осреднена спрямо зависимите от времето аспекти на модела. Параметрите на модела отчитат средното поведение на системите в течение на една година, т.е. очакваните промени в конфигурацията на системите, изваждане на оборудване от експлоатация за извършване на тест или ремонт, реализиране на изходни събития и други аспекти, които всъщност могат да варират.
FDF	Честота за повреда на горивото	
$CDF_{Baseline}$	Базовата честота за повреда на активната зона	Честота за повреда на активната зона ($CDF_{Baseline}$), или честота за повреда на горивото ($FDF_{Baseline}$), определени на базата на модел с нулева поддръжка. Под модел с нулева поддръжка следва да се има предвид модел на ВАБ, при който не се предвижда неразполагаемост на оборудването, поради ремонт или тест. Този модел може да бъде получен въз основа на основния ВАБ модел, ако всички базови събития, представляващи средната неготовност на компонентите и системите поради планов, непланов ремонт или тестове се приемат за невъзможни, т.е. присвои им се вероятност равна на „0“.
$FDF_{Baseline}$	Базовата честота за повреда на горивото	
$CCDF$	Условната честота за повреда на активната зона	Условната честота за повреда на активната зона (CCDF), както условната честота за повреда на горивото (CFDF) се определят като оценка за CDF и респективно за FDF, определени при условие на възприет гарантиран отказ на конкретно оборудване или група оборудване
$CFDF$	Условната честота за повреда на горивото	
$CCDP$	Условната вероятност за повреда на активната зона	Това е условната вероятност за повреда на активната зона/горивото при настъпване на дадено изходно събитие. Изчислява се чрез задаване на честотата на дадено изходното събитие на 1 и пресмятане на модела на ВАБ за повреда в активната зона/горивото при условието, че изходното събитие е настъпило
$CFDP$	Условната вероятност за повреда на горивото	
$ICCDP$	Нарастване на условната вероятност за повреда на активната зона	Това е увеличението на CDF/FDF спрямо базовия $CDF_{Baseline}/FDF_{Baseline}$ в резултат на промяна на конфигурацията на енергийния блок в рамките на определен период от време Нарича се нарастване на условната вероятност, тъй като е обусловена от наличието на конкретна конфигурация, формираща условието.
$ICFDP$	Нарастване на условната вероятност за повреда горивото	
$ICumCDP$	Нарастване на	Сума от всички нараствания на условната



РЪКОВОДСТВО

Прилагане на ВАБ в управлението на безопасността на ядрените централи

Обозначение	Термин/определение	Описание
	кумулятивната вероятност за повреда на активната зона	вероятност за повреда на активната зона/горивото (ICCDP/ ICFDP), оценени за наблюдавани въздействия за определен период от време
<i>ICumFDP</i>	Нарастване на кумулативната вероятност за повреда горивото	
FV	Коефициент на значимост по Fussell-Vesely	Показател на значимост, който измерва общия процентен принос на минималните сечения, съдържащи дадено базово събитие към всички генерирани минимални сечения. $FV_i = F(i) / F(x)$, където - $F(i)$ – резултат, базиран само на минималните сечения, съдържащи базовото събитие i - $F(x)$ – резултат от всички минимални сечения
RAW	Коефициент на нарастване на риска	Показател, който определя с колко би се увеличил общия резултат, ако вероятността за отказ дадено базово събитие е 1 (т.е. компонента е изведен за обслужване или е гарантирано отказал) $RAW_i = F(1) / F(x)$, където - $F(1)$ – резултат, базиран от всички минимални сечения, при условие, че вероятността на базовото събитие i е равна на 1; - $F(x)$ – резултат от всички минимални сечения при базови стойности на вероятностите за отказ
RRW	Коефициент на намаляване на риска	Показател, който определя с колко намалява общия резултат, ако вероятността за отказ на дадено базово събитие е 0 (т.е. никога не отказва) $RRW_i = F(x) / F(0)$, където - $F(0)$ – резултат, базиран от всички минимални сечения, при условие, че вероятността на базовото събитие i е равна на 0; - $F(x)$ – резултат от всички минимални сечения при базови стойности на вероятностите за отказ
LERF	Големи ранни радиоактивни изхвърляния	Честотата на голямо ранно радиоактивно изхвърляне, количествено определена във ВАБ ниво 2 на енергиен блок, която е осреднена на годишна база спрямо зависимите от времето аспекти на модела
	Конфигурация от неразполагаемо оборудване	Конфигурация, определена от оборудване, за което е възприето, че не е налично при работа на блока на мощност
	Показател на риска	Показател, който може да бъде оценен пресмятане на модела за съответното ВАБ ниво, чрез който се определя какво представлява „риск“ в дефиницията на определена вероятностна цел за безопасност

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1.
ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ НА ЗНАЧИМОСТ НА КСК**

Това Приложение дава насоки за определяне на FV и RAW на КСК на базата на резултатите на показателите на значимост, получени във ВАБ.

За определяне на FV и RAW на КСК следва да се определят всички базови събития в модела на ВАБ, изразяващи отчетените видове отказ на съответното КСК. При изпълнение на тази дейност, следва да се има предвид, че съответното КСК може да има отношение към дефиницията на определено изходно събитие или да участва в група, за която е дефиниран отказ по обща причина. Затова преди определяне на FV и RAW, освен базовите събития с отказ на КСК следва да се идентифицират и базовите събития, изразяващи отказите с отказ по обща причина, в които КСК участва, както и базовите събития, изразяващи изходното събитие, към което КСК се отнася.

След като всички базови събития в модела на ВАБ, отнасящи се към КСК са идентифицирани може да се пристъпи към определянето на FV и RAW на КСК спрямо определен анализ, определен във ВАБ.

Пример за определяне на FV и RAW на арматурата „А“ е представен в Таблица 1. В примера, представен в Таблица 1 е допуснато, че арматура „А“ участва в група за отказ по обща причина с арматури „В“ и „С“. Следва да се има предвид, че показания в Таблица 1 пример може да се приложи към всеки анализ, наличен в модела на ВАБ.

Както е отбелязано в 6.7 показателите на FV и RAW на КСК следва да се определят поетапно, т.е. спрямо анализа, определящ резултатите за всяка една конкретна категория изходни събития, отчетена във ВАБ. Затова в примера, представен в Таблица 1 е отбелязана конкретна категория изходни събития. Аналогични данни следва да бъдат извлечени от анализите за всички изходни събития, към които арматурата „А“ има отношение.

Таблица 1. Определяне на FV и RAW за арматура „А“ при вътрешни изходни събития

Вид на отказа, отчетен в модела на ВАБ	FV	RAW	RAW _{CCF}
1) Арматура 'А' Отказ за отвори	0.002	1.7	Няма
2) Арматура 'А' Отказ да остане затворена	0.00002	1.1	Няма
3) Арматура 'А' Отказ поради ремонт	0.0035	1.7	Няма
4) ООП на арматури 'А', 'В' & 'С' да отворят	0.004	няма	54
5) ООП на арматури 'А' & 'В' да отворят	0.0007	няма	5.6
6) ООП на арматури 'А' & 'С' да отворят	0.0006	няма	4.9
Значимост на арматура „А“	0.01082 (сума)	1.7 (максимум)	54 (максимум)
Критерий	> 0.001	>2	>20
Кандидат за значимо КСК	Да	Не	Да

След като бъдат определени показателите за значимост на КСК за всяка категория изходни събития може да се изчисли цялостната оценка на значимостта на КСК. За целта, се извършва интегрирано изчисление, като се използват определените мерки за значимост. Интегрираната мярка за значимост по същество претегля значимостта от всяка категория изходни събития с принос към риска (напр. вътрешни събития, пожар,



сеизмични въздействия) чрез частта от общата честота на повреда, допринесена от отделните категории изходни събития.

Съгласно [33], следните формули могат да се използват за определяне на интегралните показатели за FV и RAW на КСК:

$$IFV_i = \frac{\sum_j (FV_{i,j} * CDF_j)}{\sum_j CDF_j}$$

Където:

IFV_i = Интегриран показател за значимост FV на КСК_i спрямо общата CDF

$FV_{i,j}$ = FV за КСК_i от резултатите за CDF за съответната категория изходни събития j

CDF_j = CDF, определено за категория изходни събития j

и

$$IRAW_i = 1 + \frac{\sum_j (RAW_{i,j} - 1) * CDF_j}{\sum_j CDF_j}$$

Където:

$IRAW_i$ = Интегриран показател за значимост RAW на КСК_i спрямо общата CDF

$FV_{i,j}$ = RAW за КСК_i от резултатите за CDF за съответната категория изходни събития j

CDF_j = CDF, определено за категория изходни събития j

Аналогично могат да бъдат получени стойностите за IFV_i и $IRAW_i$ спрямо FDF и LERF, ако вместо резултатите за CDF се използват данните за FDF и LERF.

Ако интегралните стойности на показателите на значимост на дадено КСК удовлетворяват поне един от критериите, то даденото КСК следва да се третира като значимо за риска. Окончателната класификация по безопасност се извършва при отчитане на детерминистичните критерии.

В случай, че интегралните стойности на показателите на значимост на дадено КСК не удовлетворяват нито един от критериите, то по-целесъобразно е КСК да се приеме за значимо за риска и окончателната му класификация да се определи в резултат на детерминистичния анализ, ако е налице съответствие с някой от критериите дори само за една отделна категория изходни събития.

В случай, че показателите на значимост на дадено КСК не удовлетворяват критериите за нито една категория изходни събития, разглеждана във ВАБ, то КСК може да се определи като нямащо отношение към безопасността, от гледна точка на ВАБ. Препоръчва се провеждането на серия от подходящи анализи на чувствителност, с които да се демонстрира, че няма фактори (базови събития, неопределеност на данните и др.) в модела на ВАБ, които да маскират значимостта на КСК. Примери за такива фактори могат да бъдат действия на оператора, откази по обща причина или неготовност поради ремонт.



ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ ЗА ОЦЕНКА НА ЕКСПЛОАТАЦИОННИ СЪБИТИЯ

Това Приложение дава насоки за определяне на количествените мерки, използвани за вероятностна оценка на експлоатационните събития.

Детайлно описание на подхода за вероятностна оценка на експлоатационните събития е дадено в [19] и [34].

Като основен параметър за вероятностната оценка на експлоатационните събития се използва нарастването на условна вероятност за повреда на активната зона (ICCDP) или нарастването на условна вероятност за повреда на горивото (ICFDP).

На базата на актуалния ВАБ модел се конструира така нареченият модел с нулева поддръжка, при който няма откази на оборудването поради тест или ремонт. Най-лесният начин за конструиране на такъв модел е да се отстранят всички базови събития, изразяващи неготовност на оборудването поради ремонт или тест от актуалния ВАБ модел (прилагането на други техники, водещи до идентичен резултат също е допустимо). Наличието на модел с нулева поддръжка е отправна точка във вероятностната оценка на експлоатационните събития. Показателите за риска от модела с нулева поддръжка, обикновено се обозначават като $CDF_{baseline}$ или $FDF_{baseline}$.

Подходът за определяне на ICCDP или ICFDP зависи от типа на експлоатационното събитие спрямо модела на ВАБ. Затова, всяко едно експлоатационно събитие се класифицира в съответствие с пункт 9.4.

За *реално събитие* ICCDP или ICFDP може да бъде директно получена от резултат на преизчисляване на модела с нулева поддръжка. За целта, в модела с нулева поддръжка за оценяваното събитие се задава стойност на честотата му, показваща че съответното изходно събитие е гарантирано настъпило (т.е. честота му е приравнена на „1“ или се присвоява логическа стойност „true“, в зависимост от функционалните характеристики на използвания програмен продукт), а останалите изходни събития се приемат за гарантирано не настъпили (т.е. честотите им се приравняват на „0“ или с логическа стойност „false“, в зависимост от функционалните характеристики на използвания програмен продукт).

Ако експлоатационното събитие е по-комплексно и представлява комбинация от реално събитие и условно събитие, т.е. освен изходното събитие са регистрирани и откази на оборудване, участващо в модела на ВАБ, то при определяне на ICCDP или ICFDP, освен посочените промени в честотите на изходните събития е необходимо и всички откази на съответните компоненти да бъдат зададени като гарантирано случили се.

За *потенциално събитие* ICCDP или ICFDP може да бъде получена подобно на реалните събития чрез преизчисляване на модела с нулева поддръжка. Тъй като потенциалното събитие като правило се изразява в повишаване на честотата на определено изходно събитие, то е необходимо това нарастване да бъде предварително определено. След това подходът за определяне на ICCDP или ICFDP е аналогичен, като в модела с нулева поддръжка за оценяваното събитие се задава новата стойност за честотата му, а останалите изходни събития се приемат за гарантирано не настъпили.

Ако експлоатационното събитие е по-комплексно и представлява комбинация от потенциално събитие и условно събитие, т.е. освен повишен потенциал за реализиране на изходно събитие са регистрирани и откази на оборудване, участващо в



модела на ВАБ, то при определяне на ICCDP или ICFDP, аналогично на подхода за реални събития, освен посочените промени в честотите на изходните събития е необходимо и всички откази на съответните компоненти да бъдат зададени като гарантирано случили се.

За *условно събитие* ICCDP или ICFDP се определя като:

$$ICCDP = (CCDF - CDF_{baseline}) * \frac{\Delta t}{8760}$$

Където

- CCDF - условната честота за повреда на активната зона в условията експлоатационното събитие
- Δt – времето през което оборудването е в неработоспособно състояние, изразено в часове. Този параметър, реално показва продължителността на експлоатационното събитие от неговото възникване до възстановяване на нормалната работа на блока

По същият начин може да се определи ICFDP, ако CCDF и $CDF_{baseline}$ се заменят на CFDF и $FDF_{baseline}$.

CCDF или CFDF се определят въз основа на подходящо приближение или въз основа на по-прецизно пресмятане с модела с нулева поддръжка като се отчетат условията, свързани с изследваното експлоатационното събитие.

Следва да се отбележи, че прецизното пресмятане е за предпочитане, ако приблизителният метод показва, че CCDF или CFDF представлява своеобразен пик на риска, или ако събитието се появява няколко пъти в рамките на една година.

За определяне на CCDF или CFDF на базата на модела с нулева поддръжка е достатъчно преди неговото пресмятане всички откази на оборудването, което е отказало да бъдат зададени като гарантирано случили се.

Кумулативния ефект от експлоатационните събития, наблюдавани за определен период от време може да бъде определен като

$$ICumCDP = \sum_{k=1}^n ICCDP_k$$

Където

- n е броя на наблюдаваните експлоатационни събития за съответния период
- $ICCDP_k$ е оценката за ICCDP на k-то събитие

Аналогично може да бъде получена стойността на ICumFDP, ако $ICCDP_k$ се замени с ICFDP_k.