

# **РЪКОВОДСТВА ЗА БЕЗОПАСНОСТ**

*ПО ПРИЛАГАНЕ НА  
НОРМАТИВНИТЕ ИЗИСКВАНИЯ*

**ДУЕÎ ÂÎ ÄÑÒÂÎ**

**ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВАБ В ПОМОЩ НА  
УПРАВЛЕНИЕТО НА БЕЗОПАСНОСТТА  
НА ЯДРЕНИТЕ ЦЕНТРАЛИ**

**PP - 6/2010**



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



## Съдържание

1.	Общи положения .....	3
	Цел .....	3
	Обхват.....	3
	Основания за разработване .....	4
	Структура.....	5
2.	Изисквания при използването на ВАБ.....	6
	Обхват на ВАБ.....	6
	Използване на ВАБ .....	7
	Приложения на ВАБ .....	8
	Средства за използване на ВАБ .....	9
	Валидация и преглед на ВАБ .....	11
	Качество на ВАБ .....	11
3.	Процес на взимане на решения.....	13
	Общи аспекти .....	13
	Интегриран (риск-информиран) подход при взимане на решения .....	15
	Приложение на интегрирания подход при взимане на решения.....	16
	Интегриран процес на взимане на решения, свързани с безопасността на ЯЦ .....	17
4.	Цялостна оценка на риска и демонстриране на балансиран проект .....	17
	Използване на ВАБ в оценката на проекта.....	17
	Използване на ВАБ през жизнения цикъл на ЯЦ.....	18
	Идентификация на дефицитите на безопасност в ЯЦ .....	19
	Крайни точки на събитията и състояния на повреда на ЯЦ.....	19
	Сравнения с критериите/целите за риска.....	19
	Използване на сечения.....	20
	Сравнение на опциите на проекта .....	20
	Ограничения произтичащи от ВАБ при оценката на проекта .....	20
5.	Класификация по безопасност на КСК .....	21
6.	Оценка на изменения в проекта на ЯЦ .....	21
7.	Аварийни инструкции и управление на тежки аварии.....	22
	Общи положения .....	22
	Разработване и обновяване на аварийните инструкции .....	22
	Предотвратяване на тежки аварии и мерки за ограничаване на последствията .....	23
8.	предели и условия за експлоатация.....	24
	Разработване на предели и условия за експлоатация .....	24
	Експлоатационни предели и условия .....	24
	Технологичен регламент .....	24
	Изисквания за надзор .....	25
9.	Оценка на експлоатационните събития .....	25
10.	Разработване и валидиране на учебни програми .....	26
11.	Планиране на техническото обслужване .....	28
	Общи положения .....	28
	Риск информирано изпитване по време на експлоатация .....	29
	Риск информирани инспекции по време на експлоатация.....	30
	Използване на ВАБ в подкрепа на програмите за ремонт .....	31
12.	Списък на съкращения.....	33
13.	Литература .....	34



### 1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

#### ЦЕЛ

1.1 Това ръководство има за цел да даде указания по прилагането на изискванията на Наредбата за осигуряване безопасността на ядрените централи (НОБЯЦ) по отношение на използването на Вероятностните анализи на безопасността (ВАБ) и резултатите от тях в процеса на взимане на решение при проектиране и експлоатация на ядрените централи (ЯЦ).

1.2 Ръководството се прилага от заявителите и притежателите на лицензи и разрешения по ЗБИЯЕ, включително от лицата, които извършват дейности по предоставяне на услуги за тях. С прилагането на ръководството се цели постигане на определени качества на ВАБ, необходими за неговото използване при взимане на риск-информирани решения.

#### ОБХВАТ

1.3 Във връзка с използването на ВАБ, НОБЯЦ изисква:

- а) съгласно чл.11, ал.2 - изборът на постулираните изходни събития да се основава на използване на детерминистични и вероятностни методи;
- б) съгласно чл.15, ал.2 - класификацията на конструкциите, системи и компоненти (КСК) да се основава на детерминистични методи, допълвани, където е подходящо, с вероятностни методи и инженерна оценка;
- в) съгласно чл.18, ал.1 - безопасността на ЯЦ да бъде оценена с детерминистични и вероятностни методи за потвърждаване на проектните основи и ефективността на дълбоко ешелонираната защита;
- г) съгласно чл.21, ал.3 - ВАБ да бъдат изпълнени в съответствие със съвременна методология, документирани и поддържани в съответствие с програмата за управление на качеството на експлоатиращата организация;
- д) съгласно чл.21, ал.4 - ВАБ да бъдат използвани в подкрепа на детерминистичните оценки при взимане на решения при проектиране и експлоатация на ЯЦ за оценка на необходимите изменения на КСК, пределите и условията за експлоатация, експлоатационните и аварийните инструкции и програмите за обучение на персонала.

1.4 Съгласно чл.21, ал.1 на НОБЯЦ ВАБ се провеждат за целите на:

- а) извършване на систематичен анализ на съответствието с основните критерии за безопасност;
- б) демонстриране на балансиран проект, при който всяко постулирано изходно събитие има пропорционално влияние върху общия риск от ЯЦ и безопасността се осигурява основно с първите две нива на дълбоко ешелонираната защита;
- в) доказване, че малки отклонения на експлоатационните параметри, които могат да доведат до утежняване на поведението на енергийния блок, са предотвратени;
- г) оценка на честотите за сериозна повреда на активната зона и за големи радиоактивни изхвърляния в околната среда;
- д) оценка на честотата и последствията на характерните за площадката външни събития;
- е) определяне на КСК, за които са необходими проектни подобрения или изменение на експлоатационните инструкции, водещи до намаляване на честотата на тежките аварии или ограничаване на техните последствия;



## РЪКОВОДСТВО

Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

ж) оценка на аварийните инструкции.

1.5 Настоящото ръководство обхваща отделни елементи, които трябва да бъдат разгледани при използване на ВАБ в подкрепа на управлението на безопасността на ЯЦ, т.е. необходимите характеристики на ВАБ на ЯЦ, както и неговото използване на основата на международно признати добри практики.

1.6 Обхватът на ВАБ, разглеждан в настоящето ръководство, включва етапите на проектиране, и експлоатация на ЯЦ, респективно експлоатационните състояния на ЯЦ (т.е. пълна мощност, ниска мощност и спряно състояние) и всички потенциални изходни събития и опасности, т.е.:

- а) вътрешни изходни събития, предизвикани от случайни откази на компоненти и човешки грешки,
- б) вътрешни опасности (например, вътрешни пожари и наводнения, летящи предмети) и
- в) външни опасности, както естествени (например, земетресения, силни ветрове, смерчове, външни наводнения), така и предизвикани от човешки дейности (например, падане на самолет, аварии на разположени наблизо индустриални предприятия).

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

### ОСНОВАНИЯ ЗА РАЗРАБОТВАНЕ

1.8 Това ръководство се издава от председателя на АЯР на основание на §6 от Преходните и заключителни разпоредби на НОБЯЦ.

1.9 В проектите на ЯЦ се предвиждат защитни мерки, като резервираност и разнообразие на системи и компоненти, с което се намалява възможността за аварии със сериозни последствия. Тези мерки са обект на програми за осигуряване на качеството и за технически надзор и инспекции. При детерминистичните анализ някои анализирани откази могат да бъдат пренебрегнати от вероятностна гледна точка или, което е по-важно, някои откази, които традиционно не се оценяват, могат да бъдат пропуснати, което може да има сериозни последствия. По-нататъшното анализиране на откази по традиционния детерминистичен начин става трудно, тъй като с включването на все повече и повече защитни мерки в проекта, отказите стават все по-редки. Отсъствието обаче на експлоатационни събития не изключва съществуването на потенциални важни за безопасността откази. Следователно необходими са техники за идентифициране и оценка на тези откази.

1.10 Процесът на взимане на решения традиционно се основава на детерминистични методи, извлечени от анализа на надпроектни аварии и допълнен с критерия за единичен отказ за осигуряване на достатъчна надеждност на системите за безопасност. Изследванията с ВАБ обаче разширяват традиционния детерминистичен анализ така, че условията в ЯЦ, които влияят на ядрената безопасност, са по-добре обхванати. Вероятностите на тяхното настъпване и потенциалните последствия от тях, както и неопределеностите, свързани с числената оценка, могат да бъдат количествено оценени.

1.11 С използването на ВАБ се осигурява систематичен подход при оценката на:



## РЪКОВОДСТВО

Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

- а) Достатъчността на системите за безопасност;
- б) Балансираността на проекта;
- в) Прилагането на концепцията за дълбоко ешелонираната защита;
- г) Оптимизиране на риска.

1.12 Моделът за ВАБ представлява подробен, интегриран и реален модел на ЯЦ и на действията на оперативния персонал за широк спектър от изходни събития и опасности, включително вътрешни пожари, вътрешни наводнения, екстремни климатични условия и сеизмични явления. Следователно ВАБ е важен инструмент за проследяване на процесите в ЯЦ и е необходимо да се използва като част от процеса на взимане на решения за оценка на нивото на безопасност.

1.13 ВАБ позволява по-добро разбиране на ЯЦ и по-добра комуникация между експлоатиращата организация и регулаторния орган.

### СТРУКТУРА

1.14 Ръководството е структурирано както следва:

Раздел 2 “Изисквания при използването на ВАБ” представя общите положения, относно провеждането и използването на ВАБ, включително въпроси, свързани с обхвата на ВАБ, както и процеса на използване на ВАБ. В него се очертават общите изисквания към средствата, използвани за изпълнение на ВАБ и се дава насоки относно аспектите на ВАБ, които трябва да бъдат отчитани при тяхното използване.

Раздел 3 “Процес на взимане на решения” описва интегрирания подход при взимане на решения, който обединява характерните особености на детерминистичния и на вероятностния подходи с други изисквания.

Раздел 4 “Цялостна оценка на риска и демонстриране на балансиран проект” описва подробно оценката на проекта чрез използване на ВАБ.

Раздел 5 “Класификация по безопасност на КСК” представя основните изисквания при използването на ВАБ в процеса на класификацията на КСК по безопасност.

Раздел 6 “Оценка на измененията в проекта” дава указания за прилагане на вероятностни анализи при оценката на безопасността на предлагани изменения в проекта на ЯЦ.

Раздел 7 “Аварийни процедури и управление на тежки аварии” описва използването на ВАБ при разработването на аварийните процедурите и мерките за управление на тежки аварии, включително при оценката на техните изменения.

Раздел 8 “Експлоатационни предели и условия” представя концепцията за използване на ВАБ за дефиниране на експлоатационните предели и условия, описва с някои подробности типовете предели и условия за нормална експлоатация и изискванията за надзор.

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 пълномасщабни тренажори.

Раздел 11 “Планиране на техническото обслужване” разглежда използването на ВАБ в подкрепа на техническото обслужване, риск-информиранияте изпитвания, риск-информиранияте инспекции и поддръжка, ориентирани към надеждността.



## 2. ИЗИСКВАНИЯ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ВАБ

### ОБХВАТ НА ВАБ

2.1 Рисковете, съпровождащи експлоатацията на ЯЦ се анализират качествено и количествено чрез ВАБ. В този смисъл функциите на безопасност за предотвратяване или намаляване на последствията от аварии и системите, необходими за изпълнение на функциите на безопасност се оценяват с ВАБ. ВАБ се използва както при проектирането на ЯЦ, така и при управлението на безопасността по време на целия жизнен цикъл.

2.2 ВАБ на ЯЦ е един изчерпателен структуриран подход за идентифициране на сценариите на отказите и получаване на числени оценки за рисковете за персонала и населението.

2.3 ВАБ позволяват да се идентифицират последствията от аварии, в резултат на широк спектър изходни събития и включва систематично и реалистично определяне на честотите и последствията от аварийни ситуации. ВАБ се провеждат за следните нива:

а) ВАБ ниво 1 – идентифицира последствията от събития, които могат да доведат до повреда на активната зона, оценява честотата на повреждане на активната зона и осигурява информация за дефицитите на системите за безопасност, процедурите (експлоатационните процедури и процедурите за техническа поддръжка) и действията на персонала при развитието на изходните събития. ВАБ ниво 1 обхваща събитията, настъпващи по време на работа на пълна мощност, намалена мощност и в спряно състояние;

б) ВАБ ниво 2 – идентифицира начините, по които може да настъпи изхвърляне на радиоактивни материали от ЯЦ и оценява честотите за големи радиоактивни изхвърляния. Този анализ допълва информацията към тази, получена във ВАБ ниво 1, отнасяща се до важността за предотвратяването на аварията и мерките за намаляване на последствията от тях;

в) ВАБ ниво 3 - оценява и анализира последствията за здравето на населението и другите социални рискове, като замърсяване на почвата и храните, предизвикано от изхвърляния на радиоактивни материали. В допълнение, ниво 3 осигурява информация относно важността за предотвратяването на аварията и на мерките за намаляване на последствията от аварии, както и за аспектите на управление на аварии, свързани с аварийното планиране.

2.4 При провеждането на ВАБ ниво 1 анализът обикновено се фокусира на активната зона на реактора и приреакторния басейн.

2.5 ВАБ нива 2 и 3 се провежда с оглед да се извърши оценка на влиянието на изхвърлянията на радиоактивни вещества. В този смисъл обхватът на ВАБ следва да включва приноси към риска, възникващи от други източници на радиоактивен материал на площадката на ЯЦ.

2.6 ВАБ на ЯЦ се провежда, за да:

а) предостави информация за риска в допълнение към информацията, получена от детерминистичната оценка на безопасността и да създаде увереност, че проектът постига общите цели за безопасност;



## РЪКОВОДСТВО

### Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

- б) идентифицира дефицитите в проекта и експлоатацията на ЯЦ и да демонстрира, че е постигнат балансиран проект, т.е. никоя характеристика или никое постулирано изходно събитие не създава непропорционално голям или значително неопределен принос към общия риск и че ядрената безопасност се осигурява основно чрез първите две нива на дълбоко ешелонираната защита;
- в) осигури увереност, че малки отклонения в експлоатационните параметрите, които могат да доведат до значително влошаване на поведението на ЯЦ, са предотвратени;
- г) оцени риска от експлоатацията на ЯЦ с критериите за оценка на риска;
- д) разгледа явленията, които биха настъпили след повреда на активната зона и да даде информация относно поведението на ЯЦ по време на тежки аварии, да оцени рисковете от големи изхвърляния на радиоактивни продукти (особено тези, свързвани с ранни откази на защитната обвивка), които изискват спешни мерки извън площадката;
- е) осигури оценки на вероятностите за възникване и на последствията от външни опасности, в частност тези, специфични за площадката на ЯЦ;
- ж) идентифицира необходимостта от допълнителни системи и мерки за управление на аварии, които биха осигурили по-голяма защита срещу тежки аварии;
- з) предостави входни данни за специфични приложения, като оптимизация на технологичните регламенти и по експлоатационни въпроси, като планиране на ремонта и техническата поддръжка;
- и) предостави входни данни за аварийната готовност.

2.7 Количествените резултатите от ВАБ се използват за проверка на съответствието с целите и критериите за безопасност, които са формулирани в количествени значения на честотата на повреда на активната зона, радиоактивни изхвърляния и риска за населението.

2.8 Целите или критериите за безопасност не специфицират кои събития, опасности и режими на експлоатация трябва да бъдат разглеждани. Следователно, за използване на резултатите от ВАБ за оценка на съответствието с целите на безопасност, трябва да бъде направен ВАБ в пълен обхват, включващ изчерпателен списък с изходни събития и опасности и всички режими на експлоатация.

2.9 Анализът на неопределеността се разглежда като неразделна част от всеки ВАБ и наред с оценките на риска се представят и границите на неопределеностите.

### ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВАБ

2.10 ВАБ се използва като част от процеса на взимане на решения на всички нива. Ролята на ВАБ е необходимо да бъде ясно определена.

2.11 ВАБ се използва за идентифициране на необходимостта от изменения на проекта и процедурите на ЯЦ, включително мерките за предотвратяване на тежки аварии и намаляване на последствията от тях с оглед намаляване на риска от експлоатацията на ЯЦ.

2.12 ВАБ се използва за оценка на общия риск от експлоатация на ЯЦ и за да се демонстрира, че е постигнат балансиран проект.



## РЪКОВОДСТВО

### Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

2.13 ВАБ се използва за оценка на адекватността на модификациите, измененията в пределите и условията за експлоатация и оценка на значимостта на експлоатационните събития.

2.14 ВАБ се използва като входни данни за разработване и валидиране на програмите за обучение на персонала, включително на пълно мащабен тренажор.

2.15 ВАБ се използва за да се провери дали оборудването с голям принос към риска е включено в програмата за инспекции.

2.16 ВАБ се използва при периодичния преглед на безопасността на ЯЦ.

2.17 ВАБ се използва за широк кръг от експлоатационни дейности, напр. за:

- а) допълване на детерминистичните изисквания и съвместно използване на детерминистични и вероятностни подходи за осигуряване на ядрена безопасност;
- б) оптимизация на техническата поддръжка и планирането на интервалите на изпитване на системите и компонентите;
- в) разработване на аварийни процедури, ръководства за управление на аварии и на аварийни сценарии за обучение на персонала на ЯЦ;
- г) оптимизация на проекта от гледна точка на предотвратяване на тежки аварии и ликвидиране на последствията от тях;
- д) създаване на приоритет на планирането на техническата поддръжка и инспекциите.

2.18 Когато ВАБ се използва за оценка на изискванията за периодично изпитване и на определената продължителност на престоя за техническо обслужване и ремонт на компонент, система или част от нея, се анализират всички времена (вкл. състоянията на системите и компонентите, и функциите за безопасност, в които те участват).

2.19 Ограниченията на ВАБ при неговото използване е необходимо да бъдат разбирани, разпознавани и отчитани. Адекватността на определено приложение на ВАБ се проверява винаги с оглед отчитане на съществуващите ограничения.

## ПРИЛОЖЕНИЯ НА ВАБ

2.20 Приложенията на ВАБ съобразно тяхната цел са следните:

- 1) Оценка на безопасността: за оценка на общата безопасност на ЯЦ и за получаване на общо разбиране по отношение на основните приносители към риска;
- 2) Оценка на проекта: да осигури подпомагането на оценката на проекта;
- 3) Експлоатация на ЯЦ: да подпомага текущите експлоатационни дейности на ЯЦ (без да се включват измененията в проекта или експлоатационните практики);
- 4) Изменения на действаща ЯЦ: за оценка на значимостта за безопасността на предлаганите текущи изменения в проекта на оборудването, хардуера или административните мерки (например, процедури за експлоатация) и в помощ на взимането на решения;
- 5) Контролни дейности: в подкрепа на наблюдението и оценката на експлоатацията на ЯЦ;
- 6) Оценка на проблеми, свързани с безопасността.



2.21 Списък на приложенията на ВАБ е даден с подробности в Приложение 2 на [7].

#### **СРЕДСТВА ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВАБ**

2.22 ВАБ се поддържа актуален през целия жизнен цикъл на ЯЦ, за да може да бъде използван в процеса на взимане на решения.

2.23 Поддържането на "актуален ВАБ"<sup>1</sup> се постига чрез редовно обновяване с отчитане на измененията в проекта и в експлоатацията на ЯЦ, новата техническа информация, по-сложни методи и средства, които междувременно са станали налични и нови специфични данни, получени от експлоатацията на ЯЦ.

#### **Актуален ВАБ**

2.24 Актуалният ВАБ е основното средство, което е необходимо за използване на ВАБ, започвайки от прости приложения (т.е. решения, взимани на основата на списък от елементите, допринасящи за риска от експлоатация на ЯЦ) и стигайки до приложения, изискващи комплексни модели и/или обработка и анализ на данни.

2.25 Актуалният ВАБ представлява ВАБ, който се обновява (когато е необходимо) с оглед отразяване на текущите проектни и експлоатационни характеристики. Актуалният ВАБ се документира по такъв начин, че всеки аспект от модела да може директно да бъде свързан със съществуваща информация за оборудването или с допусканията, приемани в случаи на липса на такава информация.

2.26 Актуалният ВАБ се обновява с нови данни толкова често, колкото е необходимо, за да бъде гарантирано, че моделът отразява текущото състояние на безопасността на ЯЦ.

2.27 Актуалният ВАБ може да се използва за различни специфични цели, основно за верификация на проекта, оценка на влиянието на потенциални изменения в проекта, разработването на учебни програми.

2.28 Актуалният ВАБ се придружава от техническа документация, в която са описани:

- а) системата от подробни индивидуални процедури, т.е. документи, които дават подробни указания как се изпълняват задачите, какви техники се използват и какви допускания се правят;
- б) всички задачи от ВАБ, включително доклади, входни данни, проведени пресмятания и модели или бази данни, съдържащи резултатите от изпълнение на задачите, и
- в) базата данни, която съдържа връзки между входните данни, резултатите и използването на различните документи по време на разработването на ВАБ.

2.29 Влиянието на всяко изменение (в проект, процедура, експлоатационна практика и т.н.) върху ВАБ се оценява с оглед проверка на валидността на анализите. Изменения, които влияят на резултатите от ВАБ изискват неговото незабавно обновяване.

---

<sup>1</sup> англ. - Living PSA



## РЪКОВОДСТВО

Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

2.30 Процесът на обновяване се проверява периодично (в съответствие с вътрешните документи по качеството) и актуалният ВАБ формално се обновява по същото време.

2.31 Актуалният ВАБ се поддържа от екип от квалифицирани за целта специалисти, В процеса на обновяване се прилагат строго изискванията на системата за управление на качеството.

2.32 Качеството на актуалния ВАБ зависи от добре разработена, поддържана и прилагана програма за управление на качеството за всички етапи на разработване на ВАБ.

### Мониторинг на риска

2.33 За някои приложения на ВАБ, които изискват непрекъснато използване на моделите на ВАБ и непосредствено познаване на рисковете, предизвиквани от фактическото състояние ЯЦ, се използва специално средство за мониторинг на риска.

2.34 Мониторингът на риска представлява средство за специфичен анализ на моментното състояние за определяне на моментния риск, произтичащ от фактическото състояние на системите и компонентите.

2.35 Мониторингът на риска осигурява своевременна информация за потенциалната значимост на експлоатационни събития и условия, стига тези събития и условия да са включени в моделите и допусканията (на основата на които е изградено средството за мониторинг на риска).

2.36 Средството за мониторинг на риска е разработено така, че да показва текущия риск на основата на фактическата конфигурация на оборудването и изпълняваните програми за изпитване в произволен момент от време. С използването му изпълнението на дейностите по ремонт и изпитвания може да се извърши на риск-информирана основа.

2.37 За да бъде ефективно дадено средство за мониторинг на риска, времето за оценка на риска, вследствие изменение в конфигурацията на оборудването, е необходимо да бъде в границите на 2 до 5 минути.

2.38 Средството за мониторинг на риска се използва за оценяване на ефектите от:

- а) изменения в конфигурацията на системите и предоставяне на съвет относно приоритета на възстановяване на компонентите;
- б) изменения в състоянието на компоненти, поради дейности по ремонт или отказ, напредъка в изпитанията, изготвяне на краткосрочни графици за техническа поддръжка или планиране на престои за презареждане;
- в) изменения във външните спрямо ЯЦ условия, които могат да доведат до изходно събитие.

2.39 Средството за мониторинг на риска се използва от персонала на ЯЦ при взимане на експлоатационни решения.



## РЪКОВОДСТВО

Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

2.40 Средството за мониторинг на риска може също така да се използва и за получаване на стойности по отношение на риск-информираните оценки. В процеса на взимане на решения могат да бъдат използвани следните примери:

- годишна вероятност за повреда на активната зона;
- най-висока за годината вероятност за повреда на активната зона;
- продължителност на периодите с определени стойности на вероятността за повреда на активната зона;
- продължителност на периоди от време с вероятност за повреда на активната зона, която е по-голяма от зададена стойност;
- неразполагаемост на система за безопасност или част от нея (или компонент);
- общо време за ремонт на компоненти, важни за безопасността;
- дейности, водещи до максимални стойности на вероятността за повреда на активната зона;
- дейности, допринасящи към вероятността за повреда на активната зона.

2.41 Моделът за средството за мониторинг риска се основа и е в съответствие с актуалния ВАБ. Моделът на ВАБ се обновява със същата честота, с която се обновява и ВАБ.

### ВАЛИДАЦИЯ И ПРЕГЛЕД НА ВАБ

2.42 ВАБ изисква използване на определени методи за пресмятане, които включват:

- а) логически модели на дърветата на събитията и дърветата на отказите (при анализа на последователностите);
- б) модели на явления, които могат да настъпят, напр. в херметичната конструкция на ядрен блок, вследствие на повреда на активната зона;
- в) модели на транспорта на радиоактивни вещества в околната среда, които определят въздействието им върху здравето и икономиката и др.

2.43 Методите за пресмятане, използвани във ВАБ се валидират с цел демонстриране на тяхната адекватност за представяне на моделираните процеси.

2.44 Методите, използвани в компютърните кодове за пресмятане е необходимо да бъдат адекватни на целта на анализа, а контролните физични и логични формули е необходимо да бъдат коректно интегрирани в него.

2.45 Влиянието на допусканията при моделирането трябва се изследва посредством анализ на чувствителността за установяване на достоверността на резултатите.

2.46 За осигуряване на увереност, че обхватът, моделирането и данните са адекватни, както и за осигуряване на тяхното съответствие с най-добрите практики за изпълнение на ВАБ, се препоръчва лицензиантът да предвиди извършването на независима проверка от други експертни организации (препоръчително от друга държава).

### КАЧЕСТВО НА ВАБ



## РЪКОВОДСТВО

### Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

2.47 Разработването на програма за осигуряване на качеството (ПОК) за ВАБ е съществен аспект от доброто управление и е от основно значение за постигане на добро качество на ВАБ.

2.48 Осигуряването на качеството на ВАБ се отнася до техническата адекватност на методите, нивото на детайлизация и използваните данни в модела на ВАБ.

2.49 За да се осигури, че използваните методи и данни са документирани по адекватен и проследим начин, се разработва специфична ПОК. Тази програма обхваща също така и приложенията на ВАБ.

2.50 ПОК включва изисквания относно управлението, извършването и оценката на дейностите по разработване и използване на ВАБ.

2.51 ПОК разглежда мерките за управление, включително планирането и изготвянето на графици, установяването на методите, ресурсите, контрола и процедурите, както и определянето на отговорностите и подчинеността при изпълнение на дейностите, отнасящи се до качеството на ВАБ.

2.52 Мерките за осигуряване на комуникацията включват разглеждане на интерфейсите, както в екипа за разработване на ВАБ, така и между екипа, разработващ ВАБ и външни източници на информация.

2.53 Мерките за контрол и документиране на информацията, произхождаща от източници, външни за екипа, разработващ ВАБ се включват също в ПОК.

2.54 Ако проектът за разработване на ВАБ се изпълнява от отделни групи в различни компании, е необходимо да бъдат разработени и приложени подходящи координационни и организационни интерфейси в съответствие с практиките, следвани в тези компании.

2.55 ПОК покрива предвижданите фази от проекта за разработване на ВАБ и свързания с тях контрол от страна на ръководството. Това включва, например, управление на информацията, организация и обучение, и осигуряването на мерки за оценка изпълнението на всички функции.

2.56 В ПОК се определят организационните отговорности за изпълнение и утвърждаване, които се отнасят до качеството.

2.57 В ПОК се определя процедурата по упражняване на систематичен контрол за идентификация, документиране и работа с несъответствията, които могат да имат пряк и незабавен ефект върху оценката на безопасността на ЯЦ.

2.58 В процедурите и работните инструкции се специфицират проверките и прегледите за идентифициране на недостатъците при разработването на ВАБ, и съответно за създаването на увереност, че ще бъдат получени представителни резултати.

2.59 Ако бъдат идентифицирани недостатъци или несъответствия в специфичните изисквания на ПОК или свързани с нея процедури, отговорното лице за съответната



функция, определена като несъответстваща, е необходимо да предприеме съответните коригиращи действия.

2.60 Лицата, участващи в проекта за разработване на ВАБ е необходимо да изпълняват изискванията на общата ПОК на ЯЦ. Процесът на осигуряване на качеството на проекта за разработване на ВАБ е необходимо да следва тази програма.

2.61 Редовното обновяване на ВАБ е обект на ПОК.

2.62 ВАБ се изпълнява в съответствие с най-добрите международни практики.

## **3. ПРОЦЕС НА ВЗИМАНЕ НА РЕШЕНИЯ**

### **ОБЩИ АСПЕКТИ**

3.1 Непрекъснатият напредък в разработването и използването на ВАБ дават тласък в прилагането на систематичен подход при интегрирането на концепциите за риска в експлоатационната оценка на безопасността и взимането на решения.

3.2 ВАБ се използва през целия жизнен цикъл на ЯЦ в допълнение към резултатите и изводите от детерминистичните анализи и концепцията за дълбоко ешелонирана защита.

3.3 ВАБ осигурява полезна информация и входни данни за взимане на решенията относно:

- а) проектирането и модернизацията;
- б) експлоатацията на ЯЦ;
- в) анализите и изследванията на безопасността;
- г) регулаторни въпроси.

3.4 Когато резултатите от ВАБ се използват в подкрепа на процеса на взимане на решения, е необходимо да бъде установена формална система за изпълнение на тази дейност.

3.5 Конкретните стъпки на процеса на взимане на решенията зависят от предназначението на разглежданото приложение на ВАБ, естеството на решението и използваните резултати от ВАБ. Например, когато се използват числените резултати от ВАБ, е необходимо да бъдат установени критерии и/или някакви референтни нива, спрямо които да бъдат сравнявани тези стойности.

3.6 ВАБ разглежда фактическия или предполагаемия проект на ЯЦ, който е необходимо да бъде ясно определен като начална точка на анализа. Статусът на ЯЦ може да бъде фиксиран (както е бил на определена дата) или както се предполага да бъде (когато бъдат извършени одобрените модификации). Това е необходимо да бъде направено, с оглед определянето на крайна точка за завършване на ВАБ.

3.7 Като част от процеса на проектиране, резултатите от ВАБ се използват за оценка на нивото на безопасност на ЯЦ. Изводите, получени в процеса на разработване на ВАБ, се отчитат заедно с резултатите от детерминистичния анализ на безопасността.



## РЪКОВОДСТВО

### Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

3.8 Резултатите от ВАБ се сравняват с вероятностните цели или критерии за безопасност, определени в нормативните актове, регулиращите ръководства и приложими стандарти по безопасност. Това е необходимо да бъде направено за всички дефинирани вероятностни критерии, включително тези, които разглеждат:

- надеждност на системите;
- повреда на активната зона;
- изхвърляне на радиоактивен материал;
- ефекти върху здравето на персонала;
- ефекти върху здравето на населението;
- последствия извън площадката на ЯЦ, като замърсяване на почвата и забрани за използване на храни.

3.9 ВАБ се използва за:

- а) идентифициране на последствията от откази, които имат принос към риска;
- б) определяне на евентуални дефицити в проекта или експлоатацията на ЯЦ;
- в) оценка на необходимостта от извършването на модернизации с оглед намаляване на влиянието на тези дефицити върху безопасност на ЯЦ.

Ако анализът не отчита всички приносители към риска (например, ако не са разгледани външни събития или състояния със спрян реактор) заключенията, направени относно нивото на риска от експлоатация на ЯЦ, осигурения баланс на системите за безопасност и необходимостта от модификации в проекта или в експлоатацията за намаляване на риска, не се считат за представителни.

3.10 В процеса на взимане на решения, резултатите от ВАБ ниво 1 се използват за идентифициране на дефицитите в проекта или експлоатацията на ЯЦ. Тези дефицити се идентифицират чрез разглеждане на приносите към риска от групите изходни събития и от оценките на приноса към общия риск на системите за безопасност и човешките грешки.

3.11 Когато резултатите от ВАБ показват, че трябва да бъдат направени изменения в проекта или в експлоатацията на ЯЦ с оглед намаляването на риска, промени се извършват там, където е разумно постижимо.

3.12 Резултатите от ВАБ ниво 2 се използват за определяне дали са създадени достатъчно условия за предотвратяване (или минимизиране) на последствията от повреда на активната зона, ако такава настъпи. Тук се разглежда якостта на херметичната конструкция и се оценява дали защитните системи (като напр. системата за рекомбинация на водорода, системите за впръскване и вентилация на херметичната конструкция) са в състояние да предотвратят голямо изхвърляне на радиоактивен материал в околната среда. Разглеждат се също и събития, свързани с байпас на херметичната конструкция, като разкъсване със загуба на топлоносител в интерфейсите системи.

3.13 В допълнение, ВАБ ниво 2 се използва за идентифициране и оптимизиране на мерките за управление на аварии.

3.14 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 започва заедно с идейния проект на ЯЦ с цел проверка на достатъчността на степента на резервираност и разнообразие на системите за безопасност. ВАБ се продължава на фазата на техническия проект за по-детайлна оценка на проекта на ЯЦ и се използва в помощ на предстоящата експлоатация. На етапа на проектиране се организира итеративен процес с оглед осигуряване на използването на информацията от ВАБ в процеса на проектиране.
- б) За ЯЦ в експлоатация, ВАБ се провежда или като част от периодичната оценка на безопасността или в подкрепа на предлагани модификации. Въпреки, че изискванията към ВАБ остават същите, използваните бази данни могат да бъдат различни. Още повече, че в зависимост от срока на експлоатация на ЯЦ, остатъчният ресурс, разходите за предлаганите модификации (и други съображения), ще бъдат налице разлики относно това кои модификации могат разумно да бъдат внедрени за намаляване на риска.

### **ИНТЕГРИРАН (РИСК-ИНФОРМИРАН)<sup>2</sup> ПОДХОД ПРИ ВЗИМАНЕ НА РЕШЕНИЯ**

3.15 Интегрираният процес на взимане на решения представлява структуриран процес, за който при взимане на решение се разглеждат резултатите и изискванията, свързани с безопасността или с регулаторни въпроси (които се решават от регулаторния орган).

3.16 Интегрираният процес на взимане на решения отчита следните фактори:

- а) Задължителни изисквания, които нормално включват всички изисквания на закони, наредби и технически спецификации. Едно от най-важните изисквания е, че рискът трябва да бъде намален толкова, колкото е разумно постижимо (принцип ALARA<sup>3</sup>);
- б) Резултати от детерминистичния анализ. Детерминистичният анализ дава информация дали са изпълнени изискванията на дълбоко ешелонираната защита и дали се поддържат достатъчни запаси на безопасност. На детайлно ниво, детерминистичният анализ определя:
- дали е налице достатъчна степен на резервираност и разнообразие на системите за безопасност, за да могат последните да изпълняват ефективно функциите си;
  - дали оборудването на ЯЦ е квалифицирано в достатъчна степен, така че да издържа на въздействия при изходни събития;
  - условията, в които работи оборудването, след настъпване на изходните събития.
- Ако детерминистичните изисквания не са изпълнени, детерминистичният анализ осигурява информация за обектите с дефицити.
- в) Резултатите от вероятностния анализ, които дават оценка на нивото на риска от ЯЦ и другите резултати (като сечения, функции на важност и т.н.) могат да бъдат използвани за определяне на дефицити в проекта и в експлоатацията на ЯЦ.
- г) Други приложими фактори, напр. разходите и ползите, които се реализират при внедряване на предлагано изменение, остатъчният ресурс на оборудването, резултати от инспекции, експлоатационен опит, а също и дозовото натоварване на персонала в резултат на внедряване на промените в оборудването на ЯЦ и т.н.

---

<sup>2</sup> англ. - Risk-informed

<sup>3</sup> англ. - As Low As Reasonably Achievable (ALARA)



## РЪКОВОДСТВО

Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

3.17 Структурираният процес на взимане на решения трябва да осигури, че е взето едно балансирано решение с отчитане на всички изброени по-горе фактори, които имат отношение към решението.

3.18 Като примери за въпроси, свързани с безопасността, които изискват разрешение и могат директно да бъдат решени с интегриран процес на взимане на решения, могат да бъдат посочени следните:

- а) проекта или експлоатацията на ЯЦ;
- б) технологичния регламент на ЯЦ/експлоатационни предели и условия;
- в) честотата на инспекции по време на експлоатация, изпитване по време на експлоатация, поддръжка, задължителни престои;
- г) организация за осигуряване на качеството - в частност, дали да бъде въведен диференциран подход при осигуряване на качеството, който отчита приноса към риска на отделните типове оборудване;
- д) допустимите комбинации от компоненти на системите за безопасност, което може да бъде изведено от експлоатация при работа на мощност и при спрян реактор;
- е) аварийни процедури и мерки за управление на аварии.

3.19 Когато взиманото решение включва изменения в проекта или в експлоатацията на ЯЦ, се отчита намаляването или увеличаването на риска и на ползата.

### **ПРИЛОЖЕНИЕ НА ИНТЕГРИРАНИЯ ПОДХОД ПРИ ВЗИМАНЕ НА РЕШЕНИЯ**

3.20 При прилагане на интегрирания подход към взимането на решения се взимат мерки да не се разглежда повече от един въпрос в един и същи момент, тъй като кумулативният ефект от взетите решения може да стане значим.

3.21 Начинът на прилагане на интегрирания процес на взимане на решения към тези въпроси се описва в следващата по-долу последователност:

Стъпка 1: Дефиниране на въпроса, който трябва да бъде разгледан чрез интегрирания подход при взимане на решения.

Стъпка 2: Идентифициране на приложимите изисквания и критерии, които са свързани със специфично разглежданите въпроси. Това обикновено включва основни, детерминистични, вероятностни и други изисквания.

Стъпка 3: Определяне на начина, по който предлаганото изменение засяга основните изисквания, особено ако са налице несъответствия в изпълнението на основните изисквания, идентифицирани в стъпка 2.

Стъпка 4: Провеждане на оценка за получаване на детерминистични резултати, идентифицирани в стъпка 2. Целта трябва да бъде идентифициране на тези области, в които изискванията не са изпълнени.

Стъпка 5: Провеждане на оценка за получаване на вероятностни резултати чрез използване на вероятностните критерии, идентифицирани в стъпка 2 за определяне на значимостта за риска, произтичащ от разглежданите въпроси.

Стъпка 6: Провеждане на оценка за важността на други приложими фактори, например разходите и времето, необходими за извършване на работата, анализ на ползите и разходите, неблагоприятни фактори, които могат да възникнат при изпълнение на измененията в ЯЦ, резултати от анализ на експлоатационните данни или резултатите от инспекциите, дозовото натоварване на персонала, което би се получило в резултат на извършваните работи, необходими за измененията в проекта на ЯЦ и т.н.



## РЪКОВОДСТВО

Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

*Стъпка 7: Оценка на резултатите* с цел определяне на относителната тежест на всеки от входните фактори в процеса на взимане на решение, получени в стъпки 3, 4, 5 и 6.

*Когато резултатите са свързани с основните изисквания на нормативната база или е необходимо да отговарят на установени практики, тези резултати получават най-висока относителна тежест и трябва непременно да бъдат разглеждани.*

*Стъпка 8: Взимане на решение* относно това как да се извърши изменението (в проекта или в експлоатацията на ЯЦ, в разглеждания регулаторен документ и т.н.). Това изисква обединяване на отделните резултати и техните относителни тегла и взимане на решение. Тъй като процесът на взимане на решение изисква разглеждането и комбинирането на много различни входни данни и фактори с много различни относителни тегла, то е добра практика решенията (поне за важните) да бъдат вземани от група експерти с различни специалности, чиито колективен опит покрива цялата област на разглежданото решение, вкл. експлоатация, ремонт, инженеринг, анализ на безопасността, лицензиране и ВАБ.

*Могат да бъдат налице допълнителни фактори, които регулиращия орган желае да отчете 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.*

*Стъпка 9: Изпълнение на решението*, което изисква регулиращият орган да одобри програма за работа на лицензианта за извършване на необходимите изменения в проекта или в експлоатацията на ЯЦ и съответните изисквани изменения в документацията, процедурите за експлоатация и обучението.

*Стъпка 10: Наблюдение на ефекта от решението* с цел да бъде определено дали изменението е внедрено ефективно и дали са налице неблагоприятни последици. Такова наблюдение обикновено се основава на експлоатационни параметри.

*Въпреки че стъпките, които трябва да бъдат следвани в процеса на взимане на решения са като цяло едни и същи по всички въпроси, начинът, по който вероятностните, детерминистичните и останалите резултати ще бъдат получени и тяхната относителна тежест ще бъдат различни.*

### **ИНТЕГРИРАН ПРОЦЕС НА ВЗИМАНЕ НА РЕШЕНИЯ, СВЪРЗАНИ С БЕЗОПАСНОСТТА НА ЯЦ**

3.22 Примери за интегриран процес на взимане на решения, приложен към въпроси, свързани с безопасността на ЯЦ, са дадени с подробности в [8].

## **4. ЦЯЛОСТНА ОЦЕНКА НА РИСКА И ДЕМОНСТРИРАНЕ НА БАЛАНСИРАН ПРОЕКТ**

### **ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВАБ В ОЦЕНКАТА НА ПРОЕКТА**

4.1 Чрез методите на ВАБ се извършва цялостна оценка на риска и се демонстрира дали проекта на ЯЦ е добре балансиран между:

- различните функции за безопасност;
- различните системи, изпълняващи една и съща функция;
- основни и поддържащи системи;
- подсистеми в една и съща система.



## РЪКОВОДСТВО

Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

4.2 Целта на оценката е да се покаже, че риска (в смисъл на повреда на активната зона и/или изхвърляне на радиоактивни вещества в околната среда и тежест) е разпределен между различните изходни събития по такъв начин, че нито една индивидуална последователност, система, подсистема, конструкция или компонент не водят до съществено увеличаване на общия риск.

4.3 В един балансиран проект, ВАБ е необходимо да покаже, че:

- а) нито една характеристика на проекта или изходно събитие не водят до непропорционално голям принос към риска, т.е. ЯЦ е проектирана така, че нито един индивидуален компонент, система, явление или друг фактор не доминират над риска и че делът на трудните за управление рискове е толкова малък, колкото е възможно;
- б) постигането на нисък общ риск не се базира на приноси със значителна неопределеност;
- в) първите две нива на защита носят основната тежест за осигуряване на безопасността.

*Липсата на балансираност може да бъде индикация, че са изпуснати възможности за практически разумно постижимо намаляване на риска.*

4.4 Оценката на общата безопасност на ЯЦ е основното предназначение на провеждането на ВАБ и включва идентификация и подреждане на важни проектни и експлоатационни характеристики или доминиращи аварийни последователности, системи, компоненти, човешки взаимодействия и зависимости, които са важни за безопасността.

4.5 Една пълна оценка на безопасността изисква ВАБ с пълен обхват (ниво 1 и 2, ниво 3 е препоръчително), обхващащ всички експлоатационни състояния и режими със спрян реактор, както за вътрешни, така и за външни на ЯЦ опасности. Особени усилия се насочват към идентифициране на специфичните за проекта изходни събития, режими на откази, последователности от събития и зависимости, които могат да бъдат въведени с нови характеристики на проекта.

4.6 Всички системи за нормална експлоатация се изследват за идентифициране на възможни изходни събития, които могат да бъдат предизвикани от загуба на цяла система, от загуба на канал на система или от загуба на комбинация от канали.

### **ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВАБ ПРЕЗ ЖИЗНЕНИЯ ЦИКЪЛ НА ЯЦ**

4.7 ВАБ, който осигурява едни от входните данни за оценка на проекта по време на жизнения цикъл на ЯЦ, е необходимо:

- а) да бъде използван на концептуално ниво за осигуряване на информация дали предлагания проект на системите за безопасност, на поддържащите системи и на разположението на оборудването са адекватни;
- б) да бъде обновяван по време на изготвянето на техническия проект и по време на строителството и въвеждането в експлоатация с оглед отчитане на новата информация от проекта и от анализа на безопасността, когато такава стане налична;
- в) да бъде поддържан като актуален ВАБ на работещата ЯЦ и използван като един от източниците на входни данни за разрешаване на експлоатационни въпроси, периодични прегледи на безопасността, удължаване на срока на експлоатация и за осигуряване на



## РЪКОВОДСТВО

### Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

информация за адекватността на модификациите на проекта и измененията в експлоатацията.

4.8 Същият ВАБ се използва по време на жизнения цикъл на ЯЦ с увеличаване на обхвата, нивото на детайлизация и точността, съобразно развитието на проекта, като с появата на нови данни от опита от експлоатация се допълва с още анализи в подкрепа на допусканията при моделирането във ВАБ.

4.9 Резултатите от ВАБ се използват за идентифициране на слабите места в проекта, както и за оценяване и класиране на потенциалните опции за подобряване на проекта.

#### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ НА ДЕФИЦИТИТЕ НА БЕЗОПАСНОСТ В ЯЦ**

4.10 Пълният обхват на ВАБ, използван за оценка на проекта, е необходимо да осигури, че са разгледани широк кръг въпроси от проекта и експлоатацията на ЯЦ. Това се отнася основно до обхвата на изходните събития, вътрешните и външните опасности, включени във ВАБ и до обхвата на състоянията на експлоатация, разглеждани във ВАБ.

#### **КРАЙНИ ТОЧКИ НА СЪБИТИЯТА И СЪСТОЯНИЯ НА ПОВРЕДА НА ЯЦ**

4.11 Анализът на аварийните последователности на ВАБ ниво 1 идентифицира последователностите от събития, където са изпълнени всички функции на безопасност и няма да настъпи повреда на активната зона, а също така и онези последователности, където една или повече функции на безопасност не се изпълняват и се допуска повреждане на активната зона.

4.12 За ниво 2 на ВАБ се дефинира множество от състояния на повреда на ЯЦ<sup>4</sup>, което отчита характеристиките на всяка последователност, завършваща с повреда на активната зона. Последното влияе на поведението на херметичната конструкция или на изхвърлянето на радиоактивни вещества в околната среда.

4.13 Последователностите, водещи до повреда на активната зона се характеризират в съответствие с общото физическо състояние на оборудването на ЯЦ, до което води всяка последователност и в съответствие с възможната разполагаемост на системите за безопасност, които биха могли да предотвратят или да ограничат радиоактивно изхвърляне.

#### **СРАВНЕНИЯ С КРИТЕРИИТЕ/ЦЕЛИТЕ ЗА РИСКА**

4.14 Крайните резултати от ниво 1 на ВАБ се сравняват с критериите за риска, за да бъде определено дали предлагания проект и начин на експлоатация на ЯЦ водят до достатъчно ниско ниво на риск. Целта на ВАБ е определянето на изпълнението на критериите/целите за риска и осигуряването на обща информация дали в проекта и в експлоатацията са включени достатъчно системи за безопасност и аварийни процедури за предотвратяване на повреда на активната зона.

---

<sup>4</sup> англ. - Plant Damage State (PDS)



## РЪКОВОДСТВО

### Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

4.15 Това сравнение е необходимо да отчита броят на ядрените блокове, разположени на една площадка. В частност, сравнението трябва да отчита начинът на дефиниране на критерия за риска - т.е., дали критерият се отнася до всички блокове на площадката, взети заедно (така че критерият за риска трябва да бъде поделен между блоковете на площадката) или е дефиниран за всеки отделен блок на площадката.

4.16 Сравнението е необходимо да отчете резултатите от изследванията на чувствителност и анализите на неопределеността. Това ще покаже степента на достоверност в изпълнението на критериите и постигане на целите.

### ИЗПОЛЗВАНЕ НА СЕЧЕНИЯ

4.17 Списъкът на сечения от модела на ниво 1 на ВАБ се използва за идентифициране на слабите места в проекта и експлоатацията на ЯЦ. Извършва се преглед за сечения, които дават съществен принос към честотата на повреждане на активната зона с оглед идентифициране на групите изходни събития и функции за безопасност, които дават най-висок принос към честотата на повреждане на активната зона.

4.18 Приносите към честотата на повреда на активната зона и сеченията на индивидуалните групи от изходни събития се използват за определяне дали проекта на ЯЦ е балансиран по отношение на приноса към честотата на повреда на активната зона на коя да е група изходни събития с неоправдано голям принос към честотата на повреда на активната зона.

4.19 Списъците на сечения се използват и за определяне наличието на единични сечения, за които изискването за единичен отказ не е изпълнено за някоя от системите за безопасност.

### СРАВНЕНИЕ НА ОПЦИИТЕ НА ПРОЕКТА

4.20 Когато биват разглеждани подобрения в ЯЦ, обикновено са налице множество възможности. Ниво 1 на ВАБ е необходимо да бъде използвано за осигуряване на входни данни за сравнение на тези възможности.

4.21 Начинът, по който се извършва сравнението зависи от сложността на разглежданата модификация, но може да се изменя от изготвяне на редакция на модела на ВАБ ниво 1 (за включване на нова предлагана система за безопасност) до пресмятания на сечения за отчитане на по-прости изменения. Това може да осигури някои от входните данни за интегриран/риск - информиран процес на взимане на решения<sup>5</sup>, за да бъде определено коя опция да бъде използвана.

### ОГРАНИЧЕНИЯ ПРОИЗТИЧАЩИ ОТ ВАБ ПРИ ОЦЕНКАТА НА ПРОЕКТА

4.22 Ако изпълненото ниво 1 на ВАБ не е в пълен обхват (напр. ВАБ не включва всички изходни събития и опасности, които могат да допринесат към честотата на

---

<sup>5</sup> англ. - Risk-informed decision making



## РЪКОВОДСТВО

### Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

повреждане на активната зона) е необходимо това да бъде отчетено при използването на неговите резултати.

4.23 В допълнение, трябва да бъде отбелязано, че има някои области, където моделите и данните не са добре изучени (напр., в моделирането на ефектите от стареене и културата на безопасност). Това е необходимо да бъде отчетено при използването на ниво 1 на ВАБ.

## 5. КЛАСИФИКАЦИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТ НА КСК

5.1 В съответствие с чл. 15, ал. 2 на НОБЯЦ, класификацията на КСК се основава на детерминистични методи, допълнени където е подходящо с вероятностни методи и инженерна оценка. Вероятностните анализи се използват за оценка на класификационния план, включително да се демонстрира, че изискванията и мерките за осигуряване на качеството на всяка КСК съответстват на значимостта (приноса) за риска на този КСК.

5.2 Класификацията по безопасност (извършена в резултат на детерминистичен анализ и инженерна преценка) и значимостта (приноса) за риска (получена от ВАБ) се използват съвместно при преценката на необходимостта от изменение на действащите изисквания и мерки за осигуряване на качеството (респ. на предлаганите изисквания за осигуряване на качеството при новоизграждащи се ЯЦ).

5.3 Преценява се дали изискванията за осигуряване на качеството могат да бъдат завишени за КСК, които са били класифицирани в нисък клас на безопасност или в не ядрен клас, но имат относително голяма значимост за риска.

## 6. ОЦЕНКА НА ИЗМЕНЕНИЯ В ПРОЕКТА НА ЯЦ

6.1 ВАБ се използва за оценка на модификациите в проекта на ЯЦ.

6.2 Резултатите от ВАБ се използват за подобряване на безопасността и за демонстриране на необходимостта от изменения, както и за оценка на техния приоритет. Методите на ВАБ се използват при оценката на опционални решения в проектирането на изменения на системите.

6.3 ВАБ се използва за идентифициране на слабите и силни страни на подобрението в проекта и експлоатационните характеристики (от гледна точка на риска от експлоатация на ЯЦ). Оценката може да включва изследвания на варианти и опции. Аргументите от ВАБ е необходимо да бъдат използвани в подкрепа на избора, проектирането, внедряването, обосновката и лицензирането на модификациите на ЯЦ.

6.4 Ако резултатите от ВАБ показват, че ЯЦ не изпълнява установените с нормативните актове критерии за безопасност, се предлагат коригиращи мерки.

6.5 Нивото на детайлизация на модела на ВАБ, представляващ изменението в проекта, следва да бъде по-голямо от това на другите КСК, като за тях се допуска по-опростено консервативно разглеждане. Данните за новото оборудване могат да не бъдат налични, следователно разглеждането на такова оборудване в модела на ВАБ е необходимо да бъде обосновано.



6.6 Модификациите в проекта се оцеляват, за да се определи дали предходни събития и прекурсори биха могли да доведат до изходно събитие за модифицираната конфигурация.

6.7 Ако модификациите на проекта на оборудването или на експлоатационните практики водят до условие, за което данните от миналото не са представителни за новите експлоатационни предели, използването на стари данни е допустимо:

а) ако модификацията включва ново оборудване или практика, за които е налична значителна част от оценките на обобщени параметри (оценките на параметрите трябва да бъдат актуализирани със специфични за оборудването данни, когато такива станат налични), или

б) ако модификацията е уникална до степен, че обобщени параметри за нея не са налични и се разполага само с ограничени опитни данни след модификацията. За да се определи в каква степен могат да бъдат използвани данните, е необходимо влиянието на изменението да бъде анализирано и хипотетичният ефект от историческите данни да бъде оценен.

6.8 ВАБ за съществуващи ЯЦ се провежда в рамките на общ (периодичен) преглед на безопасността, от който произтича програма за повишаване на безопасността. ВАБ може след това да бъде отнесен към модифицираното състояние на ЯЦ. В такива случаи е за препоръчване ВАБ да бъде проведен и в двата случая, т.е. преди и след измененията, така че да може да бъде оценено намаляването на риска.

6.9 Лицензиантът трябва да представи на АЯР вероятностна оценка на влиянието на изменението в проекта върху безопасността на ЯЦ със заявлението за извършване на изменението..

## **7. АВАРИЙНИ ИНСТРУКЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ НА ТЕЖКИ АВАРИИ**

### **ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ**

7.1 Резултатите от ВАБ се използват при разработването на програми за изпитване на системи, важни за безопасността и техническа поддръжка по време на експлоатация, както и за разработване и/или систематичен преглед на аварийните процедури и ръководствата за управление на тежки аварии.

7.2 С оглед осигуряване на пълнотата на инструкциите за действие при отклонения от нормалната експлоатация и на аварийните инструкции, се използва ВАБ за определяне на онези ситуации, за които е нужно да бъдат разработени такива инструкции.

7.3 ВАБ може също така да осигури информацията за специфициране на моментите за взимане на решение, кога да се премине към прилагане на ръководствата за управление на тежки аварии.

### **РАЗРАБОТВАНЕ И ОБНОВЯВАНЕ НА АВАРИЙНИТЕ ИНСТРУКЦИИ**



## РЪКОВОДСТВО

### Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

7.4 Систематичната оценка на слабите места на ЯЦ и резултатите, получени от ВАБ се използват за разработване или подобряване на аварийните инструкции, чрез осигуряване на разглеждането на широк обхват слаби места по един реалистичен, с подходящо ниво на детайлизация съвместим начин.

7.5 Интегралното разглеждане на развитието на аварията дава информация, относно ползите и недостатъците от различни действия при нарушени условия на експлоатация. Типично, анализът на аварийните последователности във ВАБ се извършва с използване на съществуващите аварийни инструкции и оценка на свързаните с тях човешки действия. Използването на съществуващите документи от своя страна осигурява подробна информация за преразглеждане на аварийните инструкции и евентуални подобрения, произтичащи от резултатите от ВАБ.

7.6 Мерките, произтичащи от анализа на значимостта могат да помогнат за даване на приоритет на изменения в инструкциите, изменения в честотата на повреждане на активната зона и честотата на големи ранни изхвърляния на радиоактивни вещества, използвани за обосноваване на приемливостта на риска и да определят значимостта за риска.

7.7 Нивото на детайлизация в модела на ВАБ в областите, засегнати от измененията, включително аварийните последователности, за които са предвидени съответните аварийни инструкции или ръководства за управление на аварии, е необходимо да бъде по-голямо от това за останалото оборудване. За останалите части от модела и аварийните последователности може да бъде използвано едно по-опростено консервативно разглеждане.

7.8 ВАБ е необходимо да представи в явна форма действията на операторите, които се отнасят до специфични аварийни инструкции. В подкрепа на такива приложения е необходимо методът за анализ на човешката надеждност, използван във ВАБ да може да предсказва влиянието на измененията в инструкцията.

### **ПРЕДОТВРАТЯВАНЕ НА ТЕЖКИ АВАРИИ И МЕРКИ ЗА ОГРАНИЧАВАНЕ НА ПОСЛЕДСТВИЯТА**

7.9 В процедурите за управление на тежки аварии е необходимо да бъде оценена с помощта на ВАБ ефективността на съществуващите алтернативни или допълнителни системи, оборудване и мерки. Целта е възстановяване на функциите на системите, важни за безопасността и предотвратяване преминаването на събитията в тежки аварии.

7.10 В случая на действия на операторите по управлението на аварии, ВАБ представя в явна форма действията на операторите, които се отнасят до специфични аварийни инструкции и процедури за управление на аварии. Методът за анализ на човешката надеждност, използван във ВАБ е необходимо да може да предсказва влиянието на изменения в процедурата в подкрепа на такива приложения.

7.11 Отчитането на действията на операторите във ВАБ ниво 1, подпомага подобряването на процедурите за управление на аварии за тези действия с оглед предотвратяване на тежка повреда на активната зона, докато ВАБ ниво 2 с ограничен обхват разглежда стратегиите за намаляване на последствията от тежки аварии.



## РЪКОВОДСТВО

Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

7.12 Намаляването на последствията от тежки аварии е необходимо да включва основана на ВАБ идентификация и категоризация на аварийните последователности, заедно с описания на поведението и слабите места на ЯЦ.

7.13 ВАБ помага на разбирането на развитието на аварията, на идентифицирането на успешните начини за справяне и свързаните с това стратегии, както и на приоритизирането на характерни особености на безопасността за намаляване на риска. *Интегралното демонстриране на поведението на ЯЦ с методологията на ВАБ подпомага намаляването на потенциала на негативни ефекти от определени мерки.*

## 8. ПРЕДЕЛИ И УСЛОВИЯ ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

### РАЗРАБОТВАНЕ НА ПРЕДЕЛИ И УСЛОВИЯ ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

8.1 При оптимизация на пределите и условията за експлоатация се използват приложения на ВАБ. Методите за вероятностна оценка паралелно с експлоатационния опит могат да бъдат използвани за обосноваване и модифициране на пределите и условията за експлоатация.

8.2 ВАБ се използва за оценка на адекватността на измененията в пределите и условията за експлоатацията.

### ЕКСПЛОАТАЦИОННИ ПРЕДЕЛИ И УСЛОВИЯ

8.3 Периодите на неготовност (неработоспособност) на КСК, важни за безопасността и кумулативният им ефект се оценяват за да се установи дали увеличаването на риска е сведено до допустими нива. Методите на ВАБ или на анализа на надеждност се използват като най-подходящи средства за тази цел.

8.4 В експлоатационните предели и условия могат да бъдат предписани по-кратки периоди на неготовност (неработоспособност) от тези, получени от ВАБ на основата на друга информация, като напр. предварително съществуващи изследвания на безопасността или експлоатационен опит.

### ТЕХНОЛОГИЧЕН РЕГЛАМЕНТ

8.5 Резултатите от ВАБ се използват при разработването на експлоатационни процедури и осигуряват входни данни за технологичния регламент на ЯЦ.

8.6 Технологичния регламент е необходимо да се преглежда с помощта на ВАБ по такъв начин, че да бъде осигурена неговата балансираност.

8.7 Прегледът е необходимо да обхваща всички експлоатационни състояния на ЯЦ, особено такива, при които изменението на експлоатационното състояние може да доведе до по-голям риск, отколкото ако оборудването се ремонтира в експлоатационни условия. Резултатите от прегледа се предоставят на АЯР заедно със заявлението за разрешение за изменение на технологичния регламент.



## РЪКОВОДСТВО

Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

8.8 Резултатите от ВАБ се прилагат в оценката на необходимостта от изменения в технологичния регламент във връзка с големи изменения в проекта по начина, използван във фазата на строителство. По същия начин, необходимостта от изменения в технологичния регламент се оценява, ако бъдат открити неидентифицирани по-рано фактори.

8.9 Оценката на значимостта за безопасност на планирано изключение (отклонение) от технологичния регламент е необходимо да бъде представена заедно с предложението за изключението.

8.10 Резултатите от ВАБ се използват за изследване на приноса към риска на извеждането от експлоатация на КСК за изпитване или за техническо обслужване, както и на честотата на надзора или изпитването.

8.11 За дефиниране на експлоатационните предели и условия, дадени в технологичния регламент е необходимо да бъде използван риск - информиран подход. Крайната цел е осигуряването на консистентна основа за тях, свързана със значимостта за риска на КСК.

### ИЗИСКВАНИЯ ЗА НАДЗОР

8.12 Честотата на изпълнение на процедурите за надзор е необходимо да бъде указана и се основава на анализ на надеждността, включително, където е приложимо, на ВАБ и на изследване на опита, получен от предишни резултати от надзорни дейности или, при отсъствие и на двете, на препоръки на производителя.

## 9. ОЦЕНКА НА ЕКСПЛОАТАЦИОННИТЕ СЪБИТИЯ

9.1 ВАБ се използва за оценка на значимостта за безопасността на експлоатационните събития.

9.2 Посредством изследване на развитието на експлоатационни събития до аварийни сценарии със сериозни последствия, основано на ВАБ, се получават важни резултати за аварийните последователности на основата на незначителни инциденти без реални последствия.

9.3 Необходимо е да бъде провеждан анализ, основан на ВАБ на настъпилите събития, (преки събития), както и на събития, настъпили в други ЯЦ (транспонирани събития). Това включва анализ на:

- а) изходни събития - когато изходното събитие е настъпило в действителност, но събитието е било предотвратено от навременно действие на оператора;
- б) условни събития - когато вероятността от изходно събитие е била увеличена или разполагаемостта на системите за безопасност, необходими за реакция при такова събитие, е била намалена.

9.4 Необходимо е да бъде провеждан анализ, основан на ВАБ, за събития с потенциал за голямо влияние върху безопасността. Това изисква разработването на



## РЪКОВОДСТВО

### Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

предварителни (скрийнинг) критерии, които могат да бъдат приложени за избор измежду събития с малка значимост за безопасността.

9.5 Необходимо е да бъде провеждан анализ на експлоатационните събития, основан на ВАБ, който допълва детерминистичните анализи с въвеждане на множествени откази, използвайки интегриран модел и давайки количествена индикация за значимостта на експлоатационните събития.

9.6 Необходимо е също така да бъде използван анализ, основан на ВАБ, за осигуряване на входни данни при разглеждане на изменения, които могат да бъдат направени за намаляване на вероятността от повторно настъпване на експлоатационните събития.

9.7 ВАБ се използва за анализ на събитията в ЯЦ, които могат да предизвикат спиране на ЯЦ неработоспособност на системите за безопасност или двете неща заедно. Приложението дава оценка в смисъла на условна вероятност на наличния запас при авария с неприемливи последствия.

9.8 Ако разглежданото събитие е изходно събитие, моделът на ВАБ се използва за оценка на условната вероятност за повреда на активната зона и условната вероятност за ранно голямо изхвърляне на радиоактивни вещества, които се отчитат при категоризацията на събитието. Анализът на прекурсорите е също част от това приложение.

9.9 Основното предназначение на анализа на експлоатационните събития, основан на ВАБ, е определянето на това как едно експлоатационно събитие може да се развие като авария с по-сериозни последствия и да бъде получена условната вероятност от повреда на активната зона в резултат на такова събитие.

9.10 Данните относно експлоатационния опит се събират и съхраняват като входни данни за провеждане на ВАБ и на периодична оценка на безопасността.

## 10. РАЗРАБОТВАНЕ И ВАЛИДИРАНЕ НА УЧЕБНИ ПРОГРАМИ

10.1 Резултатите от всеки ВАБ на ЯЦ се използват за демонстриране на значимостта на системите при предотвратяване на повреди или тежки аварии.

10.2 Обучението на ръководителите и на техническите специалисти, участващи в управлението на аварийни ситуации, е необходимо да включва:

- а) диагностициране и/или оценка на аварията;
- б) формулиране на действията при настъпване на авария - чрез идентифициране и оценка на стратегиите за управление на аварията с използване на всички налични резултати, включително оценките от ВАБ;
- в) взимане на решения за действия при аварии;
- г) преглед и актуализация на стратегиите.

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



## РЪКОВОДСТВО

### Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

10.4 Резултатите от ВАБ се използват, като входни данни за разработване и валидиране на важните за безопасността учебни програми на експлоатиращата организация, включително обучението на тренажор.

10.5 Резултатите от ВАБ е необходимо да бъдат отчитани в планирането на обучението на персонала. Най-значимите за риска аварийни последователности и действия на операторите са предмет на обучение в период от поне три години, което трябва да бъде осигурено във връзка с планирането на обучението на екипа на блочния пулт за управление.

10.6 При планиране на обучението на екипа на блочния пулт за управление е необходимо да бъде обърнато внимание на идентифициране на значимите за риска мерки в контекста на ВАБ.

10.7 Резултатите от ВАБ и подробно резюме на резултатите и изводите относно риска и значимостта за риска на всички моделирани КСК и събития, са необходими за добавяне на свързани с риска съображения към културата на безопасност.

10.8 Обучението на старшите оператори и на ръководния персонал е необходимо да поставя ударение на специалните проблеми на управлението на ЯЦ, с особена важност на безопасността и необходимостта от познаване на аварийните процедури. Специално внимание се обръща на ползите от изучаване на експлоатационния опит и анализа на коренните причини за явленията, които са от общ характер или които настъпват често в ЯЦ.

10.9 Подобряването на обучението на ръководния персонал на ЯЦ е необходимо да включва адекватна връзка на техниките, приложения и изводите на ВАБ с ръководния персонал за развиване на интегрално разбиране на неговите отговорности. Ръководството на ЯЦ носи отговорност за решенията, взимани в рамките на ръководствата за управление на тежки аварии. Това изисква добро разбиране на важните сценарии за развитие на тежки аварии, техните честоти и последствия, както и връзката между проекта на ЯЦ и експлоатационните характеристики, които имат влияние върху резултатите от ВАБ.

10.10 ВАБ се използва за подобряване на учебните програми на операторите посредством предоставяне на информация за аварийните процеси, относителната вероятност на доминиращите аварийни последователности и свързаните с тях действия на операторите за предотвратяване или намаляване на последствията от повреда на активната зона.

10.11 Относителните последователности от различни грешки на операторите и предсказаните от ВАБ вероятности за отказ се използват за предсказване на тези действия, които биха били повлияни благоприятно от едно по-интензивно обучение. Въвеждането на ръководства за управление на тежки аварии изисква операторите да разбират сценариите на развитие на тежките аварии.

10.12 Обучението на персонала за техническо обслужване е необходимо да се основава на резултати от ВАБ. Обучението се фокусира на потенциалното влияние върху риска на дейностите по техническо обслужване, като откази по обща причина и предизвикани от техническото обслужване откази на множество канали на системите за



## РЪКОВОДСТВО

Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

безопасност. Това рефлектира в по-интензивно фокусиране върху значимите за риска КСК и върху значимите за риска функции и режими на откази, които трябва да бъдат разгледани в програмата за техническо обслужване, както и върху възможностите за оптимизиране на дейностите, които са съществени за управление на риска.

10.13 Експлоатиращите организации е необходимо да анализират събитията, за да определят коренните причини, свързани с човешкия фактор. Резултатите от такива анализи се използват, като обратна връзка в приложимите учебни програми.

10.14 На базата на резултатите от оценките, трябва да бъде разработен и приложен план за подобряване и коригиране на учебните програми. Това води до подобрения в провеждането на обучението или до изменения на учебните програми.

10.15 Провежда се независим преглед на учебните програми от външни експертни организации.

10.16 В учебните програми е необходимо е да бъдат идентифицирани основните резултати от ВАБ, показващи значимостта на системите на ЯЦ за предотвратяване на повредата на активната зона или тежки аварии.

## 11. ПЛАНИРАНЕ НА ТЕХНИЧЕСКОТО ОБСЛУЖВАНЕ

### ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

11.1 ВАБ се използва при определяне на приоритетите на дейностите по техническото обслужване на системите, които могат да имат най-голямо влияние върху риска и безопасността на ЯЦ. Дейностите по техническото обслужване се планират и разполагат във времето по подходящ начин.

11.2 Мониторингът на риска е средство за анализ в реално време, което генерира информация за риска, на основата на фактичестката конфигурация на оборудването, дефинирано с определен брой фактори, които типично включват:

- а) режим на експлоатация (работа на мощност или спряно състояние на реактора);
- б) компоненти, които са изведени от експлоатация;
- в) избора на каналите в работа и в готовност на системите за нормална експлоатация.

Тази информация се използва в ежедневните дейности по планиране на техническото обслужване, за да бъде осигурено, че дейностите са разположени във времето по такъв начин, че са избегнати пиковите стойности на риска, когато това е възможно и, че кумулативния риск е малък.

11.3 Резултатите от дейностите по техническото обслужване и експлоатационните показатели на оборудването се сравняват спрямо допусканията, използвани при моделиране на надеждността и разполагаемостта на оборудването. Така се стига до управленски решения относно адекватността на експлоатационните показатели на системата, необходимостта от преразглеждане на дейностите по техническо обслужване или необходимостта от нов проект или модификации на система.



## РЪКОВОДСТВО

### Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

11.4 Процесът на идентифициране на значимите за риска системи и оборудване се използва за планиране и разполагане във времето на всички дейности по техническото обслужване на риск-информирана основа.

11.5 ВАБ се използва за идентифициране на системите, за които е препоръчително подробно изследване на дейностите по техническо обслужване.

11.6 ВАБ се използва за следене на влиянието върху риска на измененията в стратегиите за поддръжка и изпитване, стига да бъдат налице адекватни данни за измененията на надеждността на системата или компонента.

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

а) да идентифицира оборудването, което изисква подобро в някаква степен техническо обслужване (тъй като подобряването на неговата надеждност води до повишаване на безопасността);

б) да идентифицира оборудването, което изисква непрекъснато или ограничено превантивно техническо обслужване (доколкото намаляването на надеждността на това оборудване няма да засегне нивото на безопасност);

в) да идентифицира оборудването, което изисква, само коригиращо техническо обслужване (доколкото неразполагаемостта на това оборудване не води до голямо увеличаване на риска).

11.8 ВАБ осигурява количествена информация относно потенциалната полза от ограничаване на риска при подобряване разполагаемостта на оборудването, както и за последиците за риска, когато оборудване се извежда от експлоатация с цел поддръжка. *Тази информация може да бъде сравнявана с други разходи и ползи, за да бъде осигурено, че ресурсите биват използвани по най-ефективен начин за поддържане на безопасността и разполагаемостта на оборудването.*

11.9 Използването на ВАБ в подкрепа на планирането на техническото обслужване е свързано в голяма степен с други приложения на ВАБ, например, в подкрепа на изпитването по време на експлоатация, на инспекциите по време на експлоатация и в основано на надеждността техническо обслужване<sup>6</sup>.

### **РИСК ИНФОРМИРАНО ИЗПИТВАНЕ ПО ВРЕМЕ НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ**

11.10 Използването на информация за риска в оптимизацията на програмите за изпитване по време на експлоатация ще помогне за по-добро използване на ограничени ресурси. Също така, един от резултатите от процеса може да бъде намаляване на общите разходи за експлоатация и техническо обслужване, с паралелно поддържане на високо ниво на безопасност.

11.11 ВАБ се използва в подкрепа на програмите за изпитване по време на експлоатация, отчитайки относителната значимост за риска на компонентите. Относителната значимост за риска се оценява, използвайки съвместно вероятностни и детерминистични методи, преди промяна на интервала на изпитване и се оценява общото влияние на измененията.

---

<sup>6</sup> англ. – Reliability Centered Maintenance



11.12 Целта на прилагането на риск-информиран подход към изпитването<sup>7</sup> по време на експлоатация е да бъде използвана информацията за риска, осигурена от ВАБ. По този начин се подпомага оптимизирането на програмите за изпитване по време на експлоатация, с цел да се фокусира върху компоненти, които имат най-голяма значимост за риска.

11.13 ВАБ, съвместно с детерминистичните методи и експертните оценки се използва за оценка на значимостта за риска на компонентите, за категоризиране на тези компоненти и съответно за формулиране на нова стратегия за изпитване.

11.14 Информацията от ВАБ се използва за идентифициране на компонентите с относително голям принос за риска, за които се изисква интензивно изпитване по време на експлоатация, като и на тези компоненти, които имат относително нисък принос към риска и които могат да бъдат обект на по-малко интензивно изпитване. Програмата за изпитване по време на експлоатация се актуализира, като се отчита важността на отделните компоненти за безопасността.

11.15 Влиянието на изменението на стратегията за изпитване се оценява чрез увеличаване на неразполагаемостта на засегнатите компоненти и ВАБ ниво 1 се използва за пресмятане на промяната в честотата на повреждане на активната зона за новите интервали на изпитване и се определя дали това е приемливо.

### **РИСК ИНФОРМИРАНИ ИНСПЕКЦИИ ПО ВРЕМЕ НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ**

11.16 Методологията на риск-информирани инспекции по време на експлоатация<sup>8</sup> се състои в подреждане на елементите, подлежащи на инспекция, например, заварени съединения на тръбни системи, в зависимост от тяхната значимост за риска и в разработване на стратегия за провеждане на инспекциите (честота, метод, размер на образците и т.н.), съизмерими със значимостта на елементите за риска.

11.17 Програмите за риск-ориентирани инспекции по време на експлоатация са предназначени да разглеждат всички места по тръбните системи, които могат да бъдат обект на процеси на деградация. Интегрирането в програмите на свързани с риска съображения може да помогне за акцентирането върху по-важни места, чрез използване на по-подходящи методи за инспекция на очакваните механизми на възникване на повреди.

11.18 Изводите от ВАБ и информацията за риска се използват в подкрепа на решенията относно изменения, предлагани в програмите за провеждани инспекция (в смисъл на честота на инспекциите, използвани методи, размер на образците и т.н.), така че акцентът да падне върху сегменти от тръбните системи, които имат най-голяма значимост за риска.

11.19 Резултатите от ниво 1 на ВАБ се използват като входни данни за определяне на сегментите от тръбните системи, които трябва да бъдат обхванати от проект за риск-информирани инспекции по време на експлоатация, като се оценява значимостта за риска на сегментите от тръбните системи, целевите вероятности за инспектираните

---

<sup>7</sup> англ. - Risk-informed in-service testing

<sup>8</sup> англ. - Risk-informed in-service inspection



## РЪКОВОДСТВО

### Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

сегменти и промяната на риска в резултат от измененията в програмата за риск-информирани инспекции по време на експлоатация.

11.20 Изчерпателният начин за определяне на значимостта за риска на всички сегменти от тръбните системи, включени в проект за риск-информирани инспекции по време на експлоатация е чрез ревизиране на модела на ВАБ с цел включване в явен вид на тръбните сегменти, така че честотата на повреждане на активната зона и условната вероятност за повреждане на активната зона да могат да бъдат определени директно.

11.21 Когато бъде дефинирана ревизираната програма за инспекции по време на експлоатация, ВАБ ще може да бъде използван за определяне на очакваното общо изменение на риска.

*Това може да бъде направено чрез оценка на промяната в честотата на изходните събития или вероятността за отказ на компонентите в резултат на измененията в програмата за изпитване по време на експлоатация и повторно пресмятане с модела на ВАБ или провеждане на изследвания на чувствителност.*

11.22 Всички методологични стъпки на процеса могат да извлекат полза от използването на ВАБ в допълнение към останалите източници на информация. *Например, ВАБ може да бъде използван за идентифициране на подходящия брой компоненти, подлежащи на инспекция (например, тръбни сегменти), които трябва да бъдат включени в програмата. Ако обектът на анализ е моделиран във ВАБ, вероятностният модел е най-добрият начин за оценка на значимостта за риска.*

### **ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВАБ В ПОДКРЕПА НА ПРОГРАМИТЕ ЗА РЕМОНТ**

11.23 Анализът на насоченото към надеждността техническо обслужване представлява един систематичен подход за разработване и оптимизиране на програмата за ремонт.

11.24 Методологията на насоченото към надеждността техническо обслужване включва систематично и логично разглеждане на функциите на системи, подсистеми или компоненти, режимът на отказ на всяка функция и свързаната с функцията и нейния отказ значимост.

11.25 За системи, важни за безопасността, моделът на ВАБ е единственото средство за идентифициране на относителната значимост на компонентите на системите. Следователно, ВАБ може да бъде използван съвместно с процеса на насоченото към надеждността техническо обслужване с оглед акцентирание на анализа върху ключовите компоненти.

11.26 Влиянието на ревизираната стратегия за техническо обслужване върху риска, получавано от изпълнението на насочената към надеждността поддръжка, може да бъде оценено чрез модифициране на подходящи данни от ВАБ, т.е. чрез изменение на неразполагаемостта на оборудването и системите в съответствие с новата стратегия и чрез междинно модифициране на подходящи честоти на отказ на основата на инженерна оценка.

11.27 Мерките от анализа за значимост на ВАБ се използват също така за подпомагане на дефинирането на режимите на отказ на оборудването, което е критично за безопасността. Предвижда се използването на информация, произтичаща от ВАБ,



## РЪКОВОДСТВО

### Използване на ВАБ в помощ на управлението на безопасността на ЯЦ

---

съвместно с другата информация за надеждността на оборудването и разходите, както и за ефективността на поддръжката, с цел определяне на насоките по отношение на увеличаване или намаляване<sup>9</sup> на техническо обслужване, проверките и обема на инспекциите.

11.28 За целите на ефективна подкрепа на процеса на насоченото към надеждността техническо обслужване, моделът на ВАБ е необходимо да бъде минимум модел от ниво 1 на ВАБ, които включва вътрешни и външни изходни събития.

11.29 Следвайки стъпките на риск-информираното техническо обслужване<sup>10</sup>, ВАБ дава следните приноси:

а) **Разделяне на оборудването/избор на системи/събиране на данни и информация** - Моделът на ВАБ включва информация, която е вече структурирана по такъв начин, че задоволява някои от нуждите на насоченото към надеждността техническо обслужване;

б) **Подреждане на критичността на функционалните откази/идентификация на критичните компоненти** - ВАБ се използва за подреждане на компонентите и режимите на отказ в съответствие с тяхното влияние върху общия риск от експлоатация на ЯЦ. За получаване на списък от компоненти и режими на отказ, който да бъде приет като пълен за целите на процеса на насоченото към надеждността техническо обслужване, резултатите, получени от ВАБ ще трябва да бъдат допълнени с добавяне на други компоненти/режими на отказ, основани на инженерна преценка, свързани със съображенията по разходите и други качествени фактори;

в) **Начален избор на дейности за техническо обслужване** - преди въвеждане на програмата, ВАБ се използва за оценка на ефектите от ревизираната програма върху общия риск от експлоатацията на ЯЦ;

г) **Изпълнение на дейностите по техническото обслужване** - използвайки ВАБ като актуално средство се оценява текущия ефект от прилагане на насочената към надеждността поддръжка, с което да бъде подпомогнато определянето на това дали са необходими по-нататъшни изменения в програмата за техническо обслужване.

11.30 В процеса на насочената към надеждността поддръжка, ВАБ се използва, както като източник на информация, така и като средство за оценка. При използването на данни, отнасящи се до дейностите по техническо обслужване и експлоатационните показатели на компонентите във ВАБ, трябва да бъде отделено внимание на пълнотата и обхвата на моделите на данни във ВАБ

11.31 Ако ВАБ бъде използван за оценка на влиянието върху риска на ново предложените практики на техническо обслужване, трябва да бъде обърнато внимание, когато се правят допускания, свързани с очакваното поведение на компонентите в следствие на такива изменения в поддръжката.

---

<sup>9</sup> при положение, че е демонстрирано отсъствието на отрицателно влияние на безопасността

<sup>10</sup> англ. Risk-informed maintenance



## 12. СПИСЪК НА СЪКРАЩЕНИЯ

АЯР	Агенция за ядрено регулиране
ВАБ	Вероятностните анализи на безопасност
КСК	Конструкции, системи и компоненти
НОБЯЦ	Наредбата за осигуряване безопасността на ядрените централи
ОК	Осигуряване на качеството
ПОК	Програма за осигуряване на качеството
ЯЦ	Ядрена централа



### **13. ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Наредбата за осигуряване безопасността на ядрените централи, 2004;
- [2] Development and Application of Level 1 PSA for NPPs, Safety Standard Series DS394, Draft 2, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2007
- [3] Operational Limits and Conditions and Operating Procedures for NPPs, Safety Standard Series NS-G-2.2, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2000
- [4] Recruitment, Qualification and Training of Personnel for NPPs, Safety Standard Series NS-G-2.8, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2002
- [5] Safety of NPPs: Operation, Safety Standard Series NS-R-2, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2002
- [6] Application of PSA for NPPs, IAEA-TECDOC-1200, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2001
- [7] Determining the Quality of PSA for Applications in NPPs, IAEA-TECDOC-1511, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2006
- [8] Risk informed regulation of nuclear facilities: Overview of the current status, IAEA-TECDOC-1436, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2005
- [9] Review of PSA by regulatory Bodies, Safety Reports Series No.25, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2002
- [10] WENRA - Reactor Harmonization Working Group, Annex 1: Issue O – Probabilistic Safety Analysis
- [11] WENRA - Reactor Harmonization Working Group: PSA Explanatory Note
- [12] PSA in Safety Management of NPPs, Finish Nuclear Radiation and Safety Authority (STUK), Guide YVL 2.8, 2003
- [13] System Design for NPPs, Finish Nuclear Radiation and Safety Authority (STUK), Guide YVL 2.0, 2002
- [14] Nuclear power plant systems, structures and components and their safety classification, Finish Nuclear Radiation and Safety Authority (STUK), Guide YVL 2.1, 2000
- [15] Requirements for Elaboration of Probabilistic Safety Analyses, Nuclear Regulatory Authority of the Slovak Republic (UJD SR), Safety Guide BNS I.4.2/2006, Bratislava 2007
- [16] Risk-informed Decision Making, Nuclear Regulatory Authority of the Slovak Republic (UJD SR), Safety Guide BNS I.1.1/2007, Bratislav