

РЪКОВОДСТВА ЗА БЕЗОПАСНОСТ

*ПО ПРИЛАГАНЕ НА
НОРМАТИВНИТЕ ИЗИСКВАНИЯ*

ДЪЛЪЖНОСТИ И ОТГОВОРНОСТИ

**КЛАСИФИКАЦИЯ НА КОНСТРУКЦИИТЕ,
СИСТЕМИТЕ И КОМПОНЕНТИТЕ
НА ЯДРЕНИ ЦЕНТРАЛИ**

BNRA-RG-XX



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



СЪДЪРЖАНИЕ

1.	ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ	3
	Цел	3
	Обхват.....	3
	Основание за разработване.....	3
2.	ИЗИСКВАНИЯ И ОБЩ ПОДХОД ЗА КЛАСИФИКАЦИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТ ..	3
	Изисквания към процеса на класификация по безопасност.....	3
	Фундаментални функции на безопасност.....	4
	Специфични функции на безопасност	4
	Дълбоко ешелонирана защита и физически бариери	5
	Функционални групи по безопасност	6
	Прилагане на процеса на класификация по безопасност	7
	Верификация и преразглеждане на класовете по безопасност	7
3.	ПРОЦЕС НА КЛАСИФИКАЦИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТ	7
	Функции на безопасност за предотвратяване или ограничаване на последствията от постулираните изходни събития.....	8
	Разпределяне на специфичните функции на безопасност по нива на дълбоко ешелонираната защита (ДЕЗ).....	8
	Идентификация и категоризация на функционалните групи по безопасност.....	10
	Присвояване на класове на безопасност на конструкции, системи и компоненти. 12	
	Верификация/потвърждаване на класификацията на безопасност с използване на детерминистични и вероятностни анализи на безопасността.....	14
4	ИЗБОР НА ПРИЛОЖИМИ ИЗИСКВАНИЯ ЗА КСК	15
5.	ИЗПОЛЗВАНИ ДОКУМЕНТИ.....	18
6.	ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	19
7.	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	19
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Разпределение на функциите на безопасност в нивата на ДЕЗ20	
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Класификационен процес	21
	ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Примери на проектни изисквания	22
	ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Връзка между фундаменталните функции на безопасност, функциите на безопасност и дълбоко ешелонираната защита	25
	ПРИЛОЖЕНИЕ 5 Подход за използване на резултатите от детерминистичните и ВАБ анализи за оценка адекватността на класификацията по безопасност при проектиране на ниво системи	27



1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

ЦЕЛ

1.1. Ръководството е предназначено за ползване от всички физически или юридически лица, изпълняващи дейности свързани с безопасността на ядрените централи, като напр. проектанти, анализатори, производители на КСК, строително монтажни организации и експлоатиращи организации. Същото може да се ползва и от служителите на АЯР при оценяване съответствието на документи, представени от заявител, с изискванията на наредбите по прилагане на ЗБИЯЕ.

ОБХВАТ

1.2. Класът на безопасност на дадена система се определя от нейната значимост за безопасността. Класът на безопасност определя процедурите, които да бъдат прилагани при проектиране, изграждане, въвеждане в експлоатация и експлоатация на ядрената централа. Класификационният документ съдържа цялата документация, свързана с класификацията по безопасност на ядрена централа.

1.3. В това ръководство са представени принципите на класификацията по безопасност и процедурите отнасящи се до класификационния документ. За изясняване на принципите на класификацията по безопасност в Приложение 6 са дадени извадки от [10] с примери на най-типичните системи, принадлежащи към даден клас на безопасност.

1.4. Публикуването на това ръководство не променя решенията на АЯР, приети преди неговото публикуване. Приложението му на съществуващите ядрени централи е възможно след изслушване на заинтересуваните лица и на основата на отделно решение на АЯР, определящо съответния обхват. Ръководството се прилага при нови ядрени централи.

ОСНОВАНИЕ ЗА РАЗРАБОТВАНЕ

1.5. Ръководството се издава в изпълнение на параграф 6 от Преходните и заключителните разпоредби на Наредбата за осигуряване безопасността на ядрените централи.

2. ИЗИСКВАНИЯ И ОБЩ ПОДХОД ЗА КЛАСИФИКАЦИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТ

ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ПРОЦЕСА НА КЛАСИФИКАЦИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТ

2.1. Изискванията за класификацията са дадени в [2]. Тези изисквания са повторени в следващите параграфи.

2.2. НОБЯЦ, Чл. 15. (1) Всички КСК (включително софтуерът на управляващите системи), важни за безопасността, трябва да бъдат определени и класифицирани по класове на безопасност. Те се проектират, изработват, монтират, изпитват, експлоатират и поддържат по начин, който осигурява тяхното качество, включително надеждността им, в съответствие с класификационен план.



(2) Класификацията на КСК трябва да се основава на детерминистични методи, допълвани, където е подходящо, с вероятностни методи и инженерна оценка, с отчитане на следните фактори:

1. изпълняваната функция на безопасност;
2. последствията от отказа да бъде изпълнена функцията на безопасност;
3. честотата на изпълнение на функцията на безопасност;
4. периода, за който е необходимо изпълнение на функцията на безопасност.

(3) Класификационният план трябва да определи за всеки клас на безопасност:

1. подходящите стандарти за проектиране, изработване, монтиране и инспектиране;
2. степента на резервиране, необходимостта от аварийно електрозахранване, квалификацията за работа при определени експлоатационни състояния и аварийни условия;
3. степента на работоспособност на КСК, която трябва да бъде отчетена в детерминистичните анализи на безопасността;
4. мерките за осигуряване на качеството.

2.3. НОБЯЦ, Чл. 16. (1) Конструкциите, системите и компонентите, важни за безопасността, трябва да издържат условията на постулираните изходни събития с достатъчен запас.

(2) За определяне на случаите, в които е необходимо прилагане на принципите на разнообразие, резервиране и независимост за постигане на необходимата надеждност, в проекта на ЯЦ трябва да бъдат анализирани и отчетени възможностите за откази по обща причина.

(3) Отказът на КСК от даден клас на безопасност не трябва да предизвиква отказ на КСК от по-висок клас на безопасност. Спомагателните системи, обслужващи КСК, важни за безопасността, се класифицират в същия клас на безопасност.

ФУНДАМЕНТАЛНИ ФУНКЦИИ НА БЕЗОПАСНОСТ

2.6. Фундаменталните функции на безопасност са извлечени от необходимостта да се постигнат фундаменталните цели за безопасност, установени в чл.3, ал.1 на [1]: "... осигуряване защитата на човешкия живот, здравето и условията на живот на сегашното и бъдещите поколения, околната среда и материалните ценности от вредното въздействие на йонизиращите лъчения".

2.7. [2] в чл. 32, ал. 2 казва: При всички експлоатационни състояния и аварийни условия енергийният блок на ЯЦ трябва да бъде в състояние да изпълни следните фундаментални функции на безопасност:

1. управление на реактивността;
2. отвеждане на топлината от активната зона;
3. задържане на радиоактивните вещества в установените граници.

СПЕЦИФИЧНИ ФУНКЦИИ НА БЕЗОПАСНОСТ

2.8. На основата на фундаменталните функции на безопасност за всеки тип ядрен енергиен блок се определят специфични функции на безопасност за предотвратяване на очакваните експлоатационни събития (ОЕС), предотвратяване възникването на проектни аварии (ПА), предотвратяване превръщането на изходните събития в проектни аварии, а на проектните аварии в надпроектни аварии или ограничаване на последствията от аварията, които не са били предотвратени. Тези специфични функции на безопасност се



определят достатъчно подробно, което да позволи определянето на КСК, необходими за изпълнението на тези функции на безопасност.

2.9. Съгласно НОБЯЦ, Чл. 33. Системите за безопасност и другите КСК, важни за безопасността, трябва да изпълняват следните функции на безопасност:

1. предотвратяване на неприемливи изменения на реактивността;
2. поддържане на реактора в безопасно подкритично състояние;
3. спиране на реактора за предотвратяване на очаквани експлоатационни събития, водещи до проектни аварии, и за ограничаване последствията от проектни аварии;
4. поддържане на достатъчно количество топлоносител за охлаждане на активната зона при и след проектни аварии, при които границите на контура на топлоносителя на реактора са съхранени;
5. поддържане на достатъчно количество топлоносител за охлаждане на активната зона при и след всички постулирани изходни събития;
6. отвеждане на топлината от активната зона след разкъсване на границите на контура на топлоносителя на реактора за ограничаване на повреждането на топлоотделящите елементи;
7. отвеждане на остатъчното топлоотделяне при определени експлоатационни състояния и аварии със съхранени граници на контура на топлоносителя на реактора;
8. отвеждане на топлината от системите за безопасност до крайния погълтител на топлина;
9. обезпечаване на необходимите осигуряващи функции за системите за безопасност;
10. поддържане на приемлива херметичност на обвивките на топлоотделящите елементи в активната зона;
11. поддържане на целостта на границите на контура на топлоносителя на реактора;
12. ограничаване на изхвърлянията на радиоактивни вещества от херметичния обем на реакторната инсталация при и след авария;
13. ограничаване на облъчването на персонала и населението при и след проектни аварии и избрани тежки аварии с изхвърляне на радиоактивни вещества от източници извън херметичния обем на реакторната инсталация;
14. ограничаване на изхвърлянето на течни и газообразни радиоактивни вещества под определените граници при всички експлоатационни състояния;
15. поддържане на условия на околната среда, необходими за работа на системите за безопасност и на персонала при изпълнение на важни за безопасността операции;
16. контрол на радиоактивните изхвърляния при превоз и съхранение на отработено ядрено гориво извън активната зона, но в границите на енергийния блок, при всички експлоатационни състояния;
17. отвеждане на остатъчното топлоотделяне от отработеното гориво, съхранявано извън активната зона, но в границите на енергийния блок;
18. поддържане на подкритично състояние при съхраняване на горивото извън активната зона, но в границите на енергийния блок;
19. предотвратяване или ограничаване на последствията от отказ на КСК, неработоспособността на който би могъл да предизвика нарушаване на функция на безопасност. Практически пример е даден в Приложение 1.

ДЪЛБОКО ЕШЕЛОНИРАНА ЗАЩИТА И ФИЗИЧЕСКИ БАРИЕРИ

2.10. НОБЯЦ, в чл. 3 казва “Безопасността на ЯЦ се осигурява чрез последователно прилагане на концепцията на дълбоко ешелонираната защита, която се основава на



използване на система от физически бариери по пътя на разпространение на йонизиращите лъчения и радиоактивните вещества в околната среда и на система от технически и организационни мерки за защита на бариерите и запазване на тяхната ефективност, както и за защита на населението, на персонала и на околната среда”.

2.11. Концепцията за последователни физически бариери на пътя на разпространение на радиоактивните вещества е част от стратегията на дълбоко ешелонираната защита. Съгласно НОБЯЦ, чл.4 ал.1 “Системата от физически бариери на всеки енергиен блок на ЯЦ обхваща: горивната таблетка, обвивката на топлоотделящия елемент, границите на контура на топлоносителя на реактора и херметичната конструкция на реакторната инсталация”.

2.12. Съгласно НОБЯЦ, чл.4, ал.2 Системата от технически и организационни мерки обхваща следните нива на защита:

1. първо ниво - предотвратяване на очакваните експлоатационни събития
2. второ ниво - предотвратяване на възникването на проектните аварии със системите за нормална експлоатация
3. трето ниво - предотвратяване на надпроектните аварии със системите за безопасност
4. четвърто ниво - управление на надпроектните аварии
5. пето ниво - подготовка и изпълнение на вътрешни и външни аварийни планове.

2.13. Използването на концепцията на дълбоко ешелонираната защита се изисква за процеса на проектиране и тя се прилага в процеса на класифицирането по безопасност. Специфичните защитни функции на безопасност трябва да бъдат определени към ниво 1 на дълбоко ешелонираната защита и специфичните функции на безопасност, ограничаващи последствията да бъдат определени към нива от 2 до 5, описани в чл. 4, ал. 2 на НОБЯЦ и показани в Приложение 1.

ФУНКЦИОНАЛНИ ГРУПИ ПО БЕЗОПАСНОСТ

2.14. Трябва да се определят функционалните групи по безопасност, дефинирани като всички КСК, включително поддържащите елементи, които работят съвместно за да изпълнят специфична функция на безопасност на енергийния блок, извлечена от фундаменталните функции на безопасност, за предотвратяване или ограничаване на последствията от възникването на постулирано изходно събитие и присвоени към някое ниво в дълбоко ешелонираната защита.

2.15. Функционалните групи по безопасност се категоризират в съответствие с тяхната значимост за безопасността. Категоризацията по безопасност трябва да се основава на последствията от отказа на КСК за изпълняват определените им функции на безопасност.

2.16. Класовете по безопасност на КСК се извличат от съответните категории на безопасност, както е показано на фиг. 3.1.

2.17. Необходимо е да се присвоят подходящи класове на безопасност на КСК, принадлежащи към дадената функционална група по безопасност, тъй като не всички КСК в една функционална група по безопасност могат да имат еднакъв принос в постигането на желаната функция по безопасност.



2.18. Процесът на класификация по безопасност определя проектните изисквания за всички КСК, така че да се постигне подходящо изпълнение от всяка функционална група по безопасност.

ПРИЛАГАНЕ НА ПРОЦЕСА НА КЛАСИФИКАЦИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТ

2.19. Класификацията по безопасност трябва да се изпълни във фазите на проектиране на ЯЦ, проектиране на системите и проектиране на оборудването и се преразглежда за съответни промени по време на изграждането, въвеждането в експлоатация и експлоатацията и последващите етапи на експлоатационен живот, включително при периодичния преглед на безопасността.

2.20. Процесът на класификация по безопасност включва следните стъпки:

1. определяне на специфичните функции на безопасност на блока за предотвратяване или ограничаване на последствията от възникването на постулираните изходни събития на основата на трите фундаментални функции на безопасност;
2. разпределяне на специфичните функции на безопасност към нивата на дълбоко ешелонираната защита;
3. определяне на функционалните групи по безопасност за изпълнение на специфичните функции по безопасност в различните нива на дълбоко ешелонираната защита и разпределяне на КСК да изпълнят изискваната функция в тези функционални групи по безопасност;
4. присвояване на функционалните групи по безопасност на категории на безопасност на основата на последствията от отказа на групите;
5. присвояване на отделните КСК във функционалните групи по безопасност на класове по безопасност на основата на тяхната важност в постигането на специфичните функции на безопасност;
6. определяне на проектните изисквания към КСК на основата на тяхната класификация.

ВЕРИФИКАЦИЯ И ПРЕРАЗГЛЕЖДАНЕ НА КЛАСОВЕТЕ ПО БЕЗОПАСНОСТ

2.21. Процесът на класификацията по безопасност е итеративен при проектирането на ЯЦ. Всички първоначално определени класове по безопасност се уточняват окончателно на основата на детерминистични анализи на безопасността и с използването на вероятностни анализи на безопасността, когато се разполага с тях.

2.22. Този метод на класификация по безопасност трябва да се прилага при периодичния преглед на безопасността и преди изпълнение на промени на КСК за да се определи дали ще има някакви промени в изпълняваните функции по безопасност.

3. ПРОЦЕС НА КЛАСИФИКАЦИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТ

3.1. Описаният в този раздел процес на класификация по безопасност очертава взаимовръзката, съществуваща между безопасен проект, функционалните анализи и класификацията. Въпреки че точната последователност на стъпките, предприети на всеки етап могат да се различават в зависимост от регулиращите изисквания и проекта на ЯЦ, процесът на класификация по безопасност като цяло включва стъпките, очертани в подразделите по-долу. С процеса на класификация по безопасност се установяват



[ET1]проектните изисквания за всички КСК за постигане на правилното функциониране на функционалните групи по безопасност.

ФУНКЦИИ НА БЕЗОПАСНОСТ ЗА ПРЕДОТВРАТЯВАНЕ ИЛИ ОГРАНИЧАВАНЕ НА ПОСЛЕДСТВИЯТА ОТ ПОСТУЛИРАНИТЕ ИЗХОДНИ СЪБИТИЯ

3.2. За нова ЯЦ на фаза идеен проект се определя пълен списък на специфичните функции на безопасност на ЯЦ, основан на фундаменталните функции на безопасност. Списък на специфичните функции по безопасност може вече да съществува за специфична ЯЦ. Ако такъв списък не съществува е необходимо фундаменталните функции на безопасност да се разпределят на специфични функции на безопасност на ЯЦ и свързаните поддържащи функции за всяко ниво на дълбоко ешелонираната защита.

3.3. Специфичните функции на безопасност, изпълнявани от функционалните групи по безопасност, ще предотвратят или смекчат постулираните изходни събития, които са идентифицирани и се разпределят на функции на безопасност на ниво КСК, присъединени към всяко ниво на дълбоко ешелонираната защита. Фундаменталните функции на безопасност се разпределят в последователна група от специфични функции на безопасност за всяко ниво на дълбоко ешелонираната защита (напр. управлението на реактивността може да се разпредели на: а) предотвратяване на неприемливи изменения на реактивността, като функция от първо ниво на дълбоко ешелонираната защита и б) спиране на реактора, в) поддържане на реактора в безопасно подкритично състояние, последните две като функции от второ и трето ниво на дълбоко ешелонираната защита). Критериите за приемливост за изпълнението на функциите на безопасност на ниво ЯЦ се определят за всяко ниво на дълбоко ешелонираната защита. Те се прецизират в процеса на проектирането за създаване на пълен списък на функции на безопасност.

3.4. Проектът на съществуващите ЯЦ периодично се преразглежда за да се осигури, че са подходящо определени постулираните изходни събития и е достатъчно пълен списъка на специфичните функции на безопасност за справяне с тях.

3.5. За извършване на промени се оценява подмножеството от наскоро идентифицирани или променени специфични функции на безопасност на ЯЦ, вземайки под внимание свързаните с тях взаимодействия със съществуващите функционални групи по безопасност.

РАЗПРЕДЕЛЯНЕ НА СПЕЦИФИЧНИТЕ ФУНКЦИИ НА БЕЗОПАСНОСТ ПО НИВА НА ДЪЛБОКО ЕШЕЛОНИРАНАТА ЗАЩИТА (ДЕЗ)

3.6. Специфичните функции на безопасност на ЯЦ за предотвратяване на отклонения от нормалната експлоатация, както и за ограничаване на последствията от очакваните експлоатационни събития и аварии се разпределят по всяко от петте нива на дълбоко ешелонираната защита, ако е подходящо, така че да бъдат постигнати съответните критерии за успех (виж Приложение 1).

3.7. Функциите на безопасност на ниво 1 в дълбоко ешелонираната защита трябва да бъдат осигурени за да поддържат ЯЦ в пределите и условията на нормалната експлоатация чрез предотвратяване на откази.



3.8. Функциите на безопасност на ниво 2 ограничават последствията и откриват, управляват и възстановяват от откази, които се проявяват по-време на очаквани експлоатационни събития. Предназначението на тези функции на безопасност е възвръщане на ЯЦ към нормалните експлоатационни условия колкото е възможно по-скоро след възникването на очаквано експлоатационно събитие и преди събитието да прерасне в проектна авария или над проектна авария.

3.9. Функциите на безопасност от ниво 3 ограничават последствията и управляват аварията в рамките на проектните основи. Функциите на безопасност от ниво 3 могат да се подразделят на функции на безопасност 3А и 3В, както е описано по-долу.

3.10. Функциите на безопасност от ниво 3А трябва да доведат ЯЦ в управляемо състояние след проектни аварии. Управляемото състояние трябва да бъде достигнато колкото е възможно по-скоро, използвайки, за предпочитане, автоматични средства и е достигнато, когато фундаменталните функции на безопасност се възстановят.

3.11. Функциите на безопасност от ниво 3В трябва:

- а) след достигане на контролирано състояние да приведат ЯЦ в безопасно спряно състояние и да го поддържат в това състояние толкова дълго, колкото е необходимо след проектни аварии, или
- б) ограничаване на последствията върху оставащите бариери от възникването на проектна авария.

В безопасно спряно състояние реакторът е подкритичен, остатъчното топлоотделяне се отвежда неограничено и всички оставащи бариери запазват целостта си.

3.12. Функциите на безопасност от ниво 4 ограничават последствията и управляват тежки условия в ЯЦ, включително предотвратяване на развитието на аварията и ограничаване на последствията от тежки аварии. Функциите на безопасност от ниво 4 могат да се подразделят на функции на безопасност 4А и 4В, както е описано по-долу.

3.13. Функциите на безопасност от ниво 4А ограничават последствията и са необходими за спиране развитието на надпроектните аварии, например вътрешно корпусно ограничаване преди значително разрушаване на активната зона.

3.14. Функциите на безопасност от ниво 4А се използват за осигуряване поддържането на фундаменталните функции на безопасност, доколкото е възможно и трябва да включват мониторинг на състоянието на ЯЦ и нивата на радиация.

3.15. Функции на безопасност от ниво 4В са тези ограничавачи последствията функции на безопасност, необходими за управление на остатъците от значително повредената активна зона, например, извън корпусно ограничаване на последствията, ограничаване на радиологичните последствия, управление на по-нататъшни отклонения на реактивността, отвеждане на остатъчното топлоотделяне толкова продължително, колкото е необходимо и локализиране на отделените радиоактивни вещества.

3.16. Функциите на безопасност от ниво 5 включват радиационен мониторинг и метеорологични измервания за предвиждане концентрацията на шлейфа, аварийно планиране и ограничаване на радиоактивните изхвърляния в околната среда при отказ на херметичната конструкция на реакторната инсталация. Класификацията по безопасност



на оборудването за възстановяване или изпълнение на необходимите мерки за дезактивация се определя на основата на конкретния случай и идентифицираните изисквания.

3.17. Функции, които не са включени в нивата на дълбоко ешелонираната защита, както е описано по-горе, се класифицират като не свързани с безопасността.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И КАТЕГОРИЗАЦИЯ НА ФУНКЦИОНАЛНИТЕ ГРУПИ ПО БЕЗОПАСНОСТ

3.18. Функционалните групи по безопасност се категоризират преди всичко в съответствие с тяхната значимост за безопасността, основаваща се на последствията от техния отказ. Връзката на функцията на безопасност с нивата на дълбоко ешелонираната защита отразява вероятността с която функционалната група по безопасност получава сигнал за въвеждане в действие. Това трябва да доведе до “най-висока” категоризация на тези функционални групи по безопасност при които има възможно най-тежки последствия при техен отказ и които е най-вероятно да получат сигнал за въвеждане в действие.

3.19. Всяка специфична функция на безопасност на ЯЦ, разпределена към ниво на дълбоко ешелонираната защита, била то защитна или ограничаваща последствия, се постига чрез единична функционална група по безопасност. Обаче, в зависимост от проекта, една функционална група по безопасност може да изпълнява повече от една специфична функция на безопасност на ЯЦ.

3.20. Всяка функционална група по безопасност трябва да съдържа всички необходими проектни характеристики за постигане на желаните работоспособност, надеждност и устойчивост.

3.21. Цел на защитните специфични функции на безопасност на ЯЦ е да намалят вероятността от отказ до степен при която радиологичните последици, свързани с тези откази, представляват приемлив риск. Функционалните групи по безопасност, които единствено предотвратяват възникването на очаквано експлоатационно събитие, трябва да бъдат отнесени към ниво 1 на дълбоко ешелонираната защита.

3.22. При възникване на постулирано изходно събитие, което може да породи неприемливи последствия, се предприемат ограничаващи действия за намаляване на последствията от събитието, така че те да останат в приемливи граници. Функционалните групи по безопасност, които изпълняват най-малко една специфична функция на безопасност за ограничаване на последствията от постулирани изходни събития се разпределят към нива от 2 до 4 на дълбоко ешелонираната защита. Определят се изискванията по безопасност за всяко ниво на дълбоко ешелонираната защита.

3.23. Тежестта на последствията от отказа на функционална група по безопасност трябва да се раздели в нива на последствията, такива като тежки, средни и леки.

3.24. Нивото на последствията се разглежда като “тежки”, ако потенциалните последствия от отказа да се изпълнява функция на безопасност от защитни или ограничаващи последствията функционални групи по безопасност предизвикват изхвърляния на радиоактивни вещества, [ET2]които могат да доведат до надвишаване на нормативно установената граница на дозата на лице от населението при проектна авария.



3.25. Нивото на последствията се разглежда като “средни”, ако потенциалните последствия от отказа да се изпълнява функция на безопасност от защитни или ограничаващи последствията функционални групи по безопасност са изхвърляния на радиоактивни вещества, превишаващи пределите за нормална експлоатация, но със сигурност по-малки от пределите за проектни аварии или свързаните с тях безопасностни критерии за приемливост.

3.26. Нивото на последствията се разглежда като “леки”, ако потенциалните последствия от отказа да се изпълнява функция на безопасност от защитни или ограничаващи последствията функционални групи по безопасност са изхвърляния на радиоактивни вещества доближаващи, но по-ниски от пределите за нормална експлоатация. Това отразява нивото на достоверност в анализите на безопасността или на други параметри, които са свързани с експлоатацията на ЯЦ.

3.27. Функционалните групи по безопасност се категоризират съгласно таблица 3.1. Категория на безопасност 1 е определена да е най-тежкото ниво на последствията от отказа на функционална група по безопасност да изпълни нейната специфична функция на безопасност.

3.28. Пределните стойности, които са определени за всяко от нивата на изхвърляния на радиоактивни вещества, зависят от приложимите експлоатационни предели или приетите критерии за безопасност, които трябва да са в съответствие с регулаторните предели за ЯЦ.

Таблица 3.1 Зависимост между типа на функцията на безопасност и категориите на безопасност на функционалните групи по безопасност

Тип на функция на безопасност	Функционална група по безопасност и ниво в ДЕЗ	Ниво на последствията от отказа на функционална група по безопасност да изпълни специфичната си функция на безопасност		
		Тежки	Средни	Леки
Защитни	Ниво 1	Категория 1	Категория 2	Категория 3
Ограничаване последствията на ОЕС	Ниво 2	Категория 1	Категория 2	Категория 3
Ограничаване последствията на аварии	Ниво 3А	Категория 1	Категория 2	Категория 3
	Ниво 3В	Категория 2	Категория 3	Категория 3
	Ниво 4А ^{1,2}	Категория 4	Категория 4	Категория 4
	Ниво 4В	Категория 4	Категория 4	Категория 4
Ограничаване на изхвърлянията на радиоактивни вещества	Ниво 5	Извън категоризацията по безопасност		
Функции извън обхвата на горните		Извън категоризацията по безопасност		

¹ КСК от функционалните групи по безопасност, определени в категория по безопасност 4, могат да се класифицират в клас на безопасност “не ядрен клас” или да отговарят на специфични изисквания

² Може да се определи категория по безопасност 3 при условие, че съществуват достатъчно анализи и разбиране по отношение на събитието и последствията



3.29. Чрез присвояването на категории по безопасност към функционалните групи по безопасност могат да се определят общи проектни изисквания, което ще осигури постигането на подходящо качество и надеждност. Проектните решения се прилагат в съответствие с категорията по безопасност или с използването на диференциран подход за различните категории по безопасност или класове по безопасност. Този въпрос е разгледан в точка 4.

3.30. Изпълнява се детерминистичен анализ на безопасността, който да покрива всички постулирани изходни събития, определени при проектирането на ниво ЯЦ и ниво системи. Този анализ трябва да потвърди, че функционалните групи по безопасност имат подходящи проектни изисквания, разпределени са в подходящо ниво на дълбоко ешелонираната защита и че критериите за приемливост за всяко постулирано изходно събитие са изпълнени. Също така ще даде първоначална оценка на поведението на ЯЦ и на изискваната работа на системите.

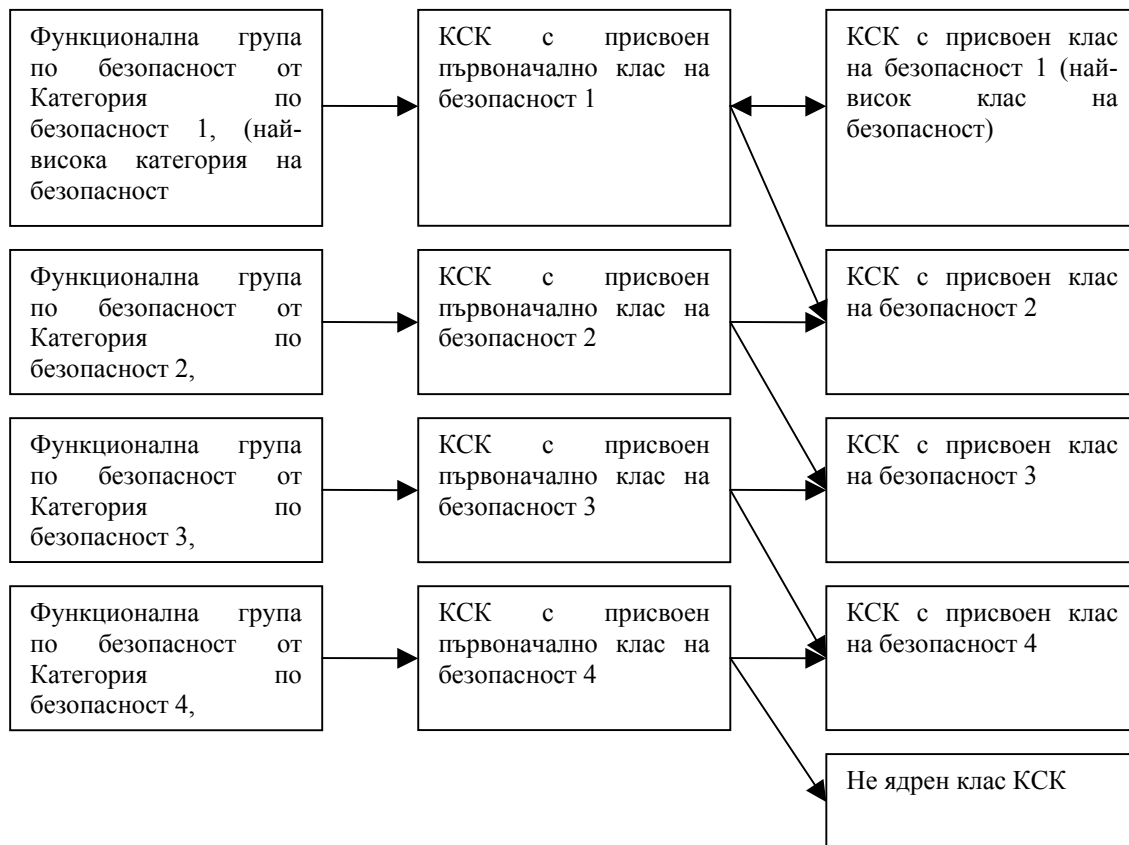
3.31. При категоризацията на функционалните групи по безопасност, допълнително се използват и изводите и резултатите от изпълнен вероятностен анализ на безопасността (ВАБ). Указания за прилагането на ВАБ при определяне на изискваните функции на безопасност са дадени в регулиращото ръководство “Използване на ВАБ при управление на безопасността на ЯЦ”.

ПРИСВОЯВАНЕ НА КЛАСОВЕ НА БЕЗОПАСНОСТ НА КСК

3.32. Това ръководство препоръчва КСК, отказът на които води до най-тежки последствия, да се определят в клас на безопасност 1. Това е най-високия клас на безопасност при класификационна схема с четири класа на безопасност, както е показано по-долу на фиг. 3.1.

3.33. Първоначално КСК се определят в клас на безопасност съответстващ на категорията на безопасност към която принадлежи функционалната група по безопасност. На последващ етап някои КСК от функционалната група по безопасност могат да променят класа си.

Фиг.3.1. Присвояване на класове на безопасност на КСК



3.34. Класът на безопасност може да се понижи, ако е обоснован чрез подходящи анализи на безопасността (виж фигура II-1 в Приложение 2). Понижаване с едно ниво е възможно в следните случаи:

1. Отказът на КСК не засяга способността на функционалната група по безопасност да изпълни специфичната си функция на безопасност. Това може да е, например импулсна линия с малък диаметър или сензори, следящи за работата или статуса на КСК, изпълняващи функция на безопасност, но не участващи в нейното управление.
2. КСК със спомагателни функции, които в момента на възникване на постулирано изходно събитие са били в работа и не са засегнати от събитието.
3. Специфична функция на безопасност на ЯЦ, изпълнявана от повече от една КСК с различен принцип на действие при условие, че КСК е малко вероятно да бъде използвана, че е възможно да бъде въведена в действие и има достатъчно време за нейното въвеждане в действие.

3.35. Ако в една функционална група по безопасност има КСК за които е показано, че вероятността да откажат е много ниска [ЕТЗ](например корпуса на реактора при реакторите с вода под налягане), тогава тези КСК трябва да се определят към най-високия клас на безопасност (клас 1) и се налагат допълнителни изисквания, определени за всеки конкретен случай.

3.36. КСК могат да бъдат причислени към повече от една функционална група по безопасност. Обаче КСК трябва да бъдат определени само в един клас на безопасност,



който трябва да е най-високия от всички идентифицирани консервативни изисквания към КСК.

3.37. Не трябва да се отчита дали функционалната група по безопасност се състои от активни или пасивни КСК, или съдържа и активни и пасивни, тъй като това не влияе нито на категорията на безопасност, нито на класа на безопасност на КСК.

3.38. Всяка КСК или част от дадена КСК, чийто отказ може да възпрепятства функционална група по безопасност в изпълнението на нейната специфична функция на безопасност, дори когато не е част от нея, трябва да бъде класифицирана в съответствие с категорията на безопасност на дадената функционална група. В този случай не трябва да се понижава определения клас на безопасност.

3.39. При различие в класовете на безопасност за свързани или взаимодействащи КСК (включително с класове по безопасност към не ядрен клас КСК), КСК трябва да се изолират чрез класифицирано в клас на безопасност устройство с по-висок клас на безопасност (например оптични изолатори или автоматични клапани/вентили) от въздействията на откази в КСК с по-нисък клас на безопасност. Изключение се прави, когато отказът на КСК с по-нисък клас на безопасност (включително възможен отказ по обща причина на идентични или резервирани елементи) не може да попречи на изпълнението на функциите на безопасност на КСК с по-висок клас на безопасност.

3.40. Процесът на класификация, който следва стъпките, описани в т. 2.19, е представен под форма на диаграма в Приложение 2.

ВЕРИФИКАЦИЯ (ПОТВЪРЖДАВАНЕ) НА КЛАСИФИКАЦИЯТА НА БЕЗОПАСНОСТ С ИСПОЛЗВАНЕ НА ДЕТЕРМИНИСТИЧНИ И ВЕРОЯТНОСТНИ АНАЛИЗИ НА БЕЗОПАСНОСТТА

3.41. Адекватността на класификацията на безопасност трябва да се провери с използване на детерминистични анализи, допълнени с резултати от вероятностни анализи на безопасността и подкрепени от инженерна оценка. Използваният метод зависи от наличната проектна информация/документация и действащите нормативни документи.

3.42. Вероятностни методи трябва да се използват само тогава, когато вероятностните анализи на безопасността са достатъчно детайлизирани за да поддържат процеса на класификация.

3.43 Процесът трябва да потвърди, че определения списък на постулирани изходни събития е изчерпателен и специфичните функции на безопасност на ЯЦ в достатъчна степен предотвратяват възникването на постулирани изходни събития и ако те възникнат, са налице адекватни ограничаващи последствията специфични функции на безопасност за поддържане на фундаменталните функции на безопасност и за ограничаване на последствията под допустимите предели. В допълнение, процесът трябва да установи, че изискванията за функционалните групи по безопасност са правилно определени и че КСК, които съставят тези групи имат правилно функциониране за изпълнение на специфичните функции на безопасност на ЯЦ.

3.44. В случай на различие между резултатите от вероятностните анализи и детерминистично определената класификация по безопасност за дадена КСК, тогава



трябва да се използва по консервативната класификация на безопасност (по-висок клас на безопасност).

3.45. Анализите на безопасността трябва да потвърдят, използвайки подходящи консервативни допускания по отношение на функционалните характеристики на КСК, че функционалните групи по безопасност изпълняващи всички специфични функции на безопасност на ЯЦ и КСК от тези групи имат адекватни проектни изисквания и са присвоени в правилните категории/класове на безопасност и че са изпълнени експлоатационните предели и другите критерии за приемливост, които трябва да съответстват на регулиращите предели за всяко постулирано изходно събитие.

3.46. Ако анализите показват, че експлоатационните предели и безопасностните критерии за приемливост не превишават пределите, установени в нормативните документи, и критериите за надеждност са изпълнени за всички постулирани изходни събития, то проектът е приемлив и списъкът от определените функции на безопасност е завършен.

3.47. Теоретично, крайната цел е постигане на баланс между класификацията, изпълнена с детерминистични и вероятностни методи, тъй като това ще даде увереност, че класификацията е правилна. В приложение 5 е даден един възможен подход за постигане на такъв баланс.

4. ИЗБОР НА ПРИЛОЖИМИ ИЗИСКВАНИЯ ЗА КСК

4.1. НОБЯЦ, Чл. 16. (1) Конструкциите, системите и компонентите, важни за безопасността, трябва да издържат условията на постулираните изходни събития с достатъчен запас.

(2) За определяне на случаите, в които е необходимо прилагане на принципите на разнообразие, резервиране и независимост за постигане на необходимата надеждност, в проекта на ЯЦ трябва да бъдат анализирани и отчетени възможностите за откази по обща причина.

(3) Отказът на КСК от даден клас на безопасност не трябва да предизвиква отказ на КСК от по-висок клас на безопасност. Спомагателните системи, обслужващи КСК, важни за безопасността, се класифицират в същия клас на безопасност.

4.2. НОБЯЦ, Чл. 17. (1) При проектиране и избор на конструктивни материали на КСК, важни за безопасността, трябва да се отчети влиянието на експлоатационните състояния и проектните аварии върху техните характеристики и работоспособност.

(2) В проекта на ЯЦ се определят процедурите за квалификация на КСК, важни за безопасността, които потвърждават изпълнението на предвидените функции през техния срок на експлоатация с отчитане на възможните въздействия и условията на околната среда (вибрации, температура, налягане, реактивни струи, електромагнитни смущения, стареене, облъчване, влажност и вероятни комбинации от тях), които се очакват при всички експлоатационни състояния и аварийни условия.

(3) Условията на работа на компонентите на конструкциите и системите, важни за безопасността, трябва да се симулират чрез изпитвания и анализи или в комбинация от двата способа.

4.3. Чл. 37. (1) Конструкциите, системите и компонентите, важни за безопасността, тяхното устройство, разположение и експлоатационно състояние трябва да осигуряват



възможност за изпитвания, техническо поддържане, ремонт, инспектиране и контрол през целия срок на експлоатация на ЯЦ без значително намаляване на тяхната функционална готовност. Ако КСК, важни за безопасността, не могат да бъдат изпитани и инспектирани при тяхната експлоатация в достатъчна степен за откриване на възможни откази, тяхната надеждност се осигурява по друг начин или в проекта се отчита по-висока честота за техния отказ.

4.4. НОБЯЦ, Чл. 38. (1) Конструкциите, системите и компонентите, важни за безопасността, се проектират, разполагат и защитават така, че в случай на пожар да се осигурява изпълнението и дълговременното поддържане на функциите на безопасност по чл. 32, ал. 2 и контрол на състоянието на енергийния блок.

(2) Противопожарните мерки трябва да осигуряват защита в дълбочина чрез предотвратяване на възникването и разрастването на пожар, локализиране на разпространението на възникнал пожар и ограничаване на неговите последствия. За постигането на тези цели е необходимо:

1. строителните конструкции да бъдат проектирани консервативно като пожароустойчиви с отчитане на вътрешни и външни пожари;
2. вътрешните конструкции и компоненти да бъдат от негорими материали до практически възможната степен;
3. горимото натоварване да се поддържа на възможния практически минимум чрез използване, където е осъществимо, на негорими материали, а в останалите случаи – на трудногорими материали;
4. енергийният блок да бъде разделен на пожарозащитни зони и помещения чрез пожаро-преградни стени с необходимата граница на огнеустойчивост за неразпространение на топлината и дима при отчитаните в проекта пожари;
5. характеристиките на системите за пожароизвестяване и пожарогасене (надеждност, независимост, капацитет и квалификация) да бъдат избрани с отчитане резултатите от анализите на риска от пожар по чл. 23;
6. осигуряване на условия за успешно пожарогасене: външно и вътрешно противопожарно водоснабдяване, пътица и подходи към съответните сгради и конструкции.

4.5. НОБЯЦ, Чл. 53. (1) Системата на контура на топлоносителя на реактора и свързаните с нея спомагателни, управляващи и защитни системи за безопасност трябва да бъдат проектирани с достатъчен запас така, че да не се допуска превишаване на проектните предели за контура на топлоносителя на реактора при всички експлоатационни състояния.

(2) В проекта трябва да бъдат предвидени устройства за намаляване на налягането в контура на топлоносителя на реактора, чието задействане да не води до неприемливи изхвърляния на радиоактивни вещества при всички експлоатационни състояния и проектни аварии.

4.6. НОБЯЦ, Чл. 54. (1) Компонентите, тръбопроводите и укрепващите конструкции на контура на топлоносителя на реактора трябва да издържат всички статични и динамични натоварвания и температурни въздействия, възникващи в който и да е техен компонент при всички постулирани изходни събития.

(2) Материалите, които се използват за производство на компонентите на контура на топлоносителя на реактора, трябва да се избират така, че да се намалят тяхната активация и вероятността за развитие на пукнатини и неутронно окрежкостяване с отчитане на предполагаемото влошаване на техните характеристики в края на проектния



експлоатационен срок под въздействието на ерозия, пълзене, умора и химични въздействия.

4.7. НОБЯЦ, Чл. 55. Корпусът на реактора и тръбопроводите под налягане трябва да се проектират и изработват с осигуряване на най-високо качество по отношение на избора на материали, норми за проектиране, пригодност за инспектиране и производство.

4.8. НОБЯЦ, Чл. 56. Вътрешните компоненти на системата на контура на топлоносителя на реактора трябва да се проектират така, че да се сведе до минимум вероятността за отказ и свързаните с него последващи повреди на други компоненти при всички експлоатационни състояния и при проектни аварии.

4.9. НОБЯЦ, Чл. 57. Компонентите на контура на топлоносителя на реактора трябва да се проектират, произвеждат и разполагат така, че през целия срок на експлоатация на ЯЦ да има възможност да бъдат инспектирани и изпитвани през определени интервали от време. Програмата за наблюдение на контура на топлоносителя на реактора трябва да осигурява контрол на влиянието на облъчването, образуването на пукнатини при корозия под напрежение, окрежкостяването и стареенето на конструкционните материали особено в местата с високо ниво на облъчване и други фактори.

4.10. Предназначението на избора на приложими проектни изисквания е да отрази изискваното качество, съизмеримо с функцията на безопасност на КСК. За определяне на проектните изисквания за КСК трябва да се използват кодове и стандарти, които са възприети на национално ниво.

4.11. С разпределянето на КСК по класове на безопасност могат да се определят проектните изисквания за тях. Когато техният отказ води до най-тежки последствия с най-голяма вероятност при сигнал за въвеждането им в действие, то тези КСК се разпределят в най-високия клас на безопасност и към тях се прилагат най-строгите изисквания.

4.12. Изискванията към отделните КСК могат да съответстват на изискванията към функционалната група към която принадлежат.

4.13. Тези изисквания са свързани с трите характеристики: работоспособност, надеждност и устойчивост. КСК трябва да бъдат проектирани, произведени, квалифицирани, експлоатирани, изпитвани и поддържани с цел:

1. да изпълнят определената им функция на безопасност така, както е изискано с отчитане на неопределеностите (работоспособност)
2. да осигурят, че откази във функционалната група по безопасност не могат да понижат способността на групата да изпълни определената и функция на безопасност (надеждност)
3. да осигурят, че нито експлоатационни натоварвания, нито натоварвания, произтичащи от постулирани изходни събития ще могат да повлияят на способността на функционалната група по безопасност да изпълни определената и функция на безопасност (устойчивост).

4.14. Надеждността и устойчивостта на КСК трябва да се постига в приемливи граници на вероятността за отказ и с последствията от отказа.



- 4.15. Примери от проектни изисквания от гледна точка на работоспособност, надеждност и устойчивост са дадени в Приложение 3, таблици 2 и 3.
- 4.16. Изисквания от подходящи кодове и стандарти се включват при определяне на проектните изисквания (например резервираност, многообразие и т.н.) за функционалните групи по безопасност, включително взаимодействието между информационните технологии, управляващите системи и останалите системи.
- 4.17. Примери на проектни изисквания за КСК от различните класове на безопасност в зависимост от техните защитни или ограничаващи последствията функции на безопасност са дадени в Приложение 3, таблица 4.
- 4.18. Подходящи кодове и стандарти трябва да бъдат използвани за определяне на проектни изисквания за всички типове КСК.
- 4.19. Изисквания за пожарна защита и пожарогасене се прилагат, както е очертано в реф.[4] при проектиране на КСК и за поддържане на функциите на безопасност.
- 4.20. Изискванията към хардуера и софтуера на управляващите и информационните технологии се прилагат в съответствие с препоръките на [7] и [8].
- 4.21. Изискванията за осигуряване на качеството или управленски изисквания при закупуване, изграждане, инспектиране, инсталиране, изпитване, надзор и изменения на КСК трябва да бъдат определени в съответствие с класа им на безопасност, както е очертано в [9].
- 4.22. Класификацията по сеизмичност трябва да е в съответствие с препоръките на [6].
- 4.23. Квалификацията на КСК се извършва с отчитане на възможните въздействия и условията на околната среда (вибрации, температура, налягане, реактивни струи, електромагнитни смущения, стареене, облъчване, влажност и вероятни комбинации от тях), които се очакват при всички експлоатационни състояния и аварийни условия.

5. ИЗПОЛЗВАНИ ДОКУМЕНТИ

- [1] Закон за безопасно използване на ядрената енергия
- [2] Наредба за осигуряване безопасността на ядрените централи
- [3] Safety Classification of Structures, Systems and Components in Nuclear Power Plants, Draft Safety Guide DS 367 Draft 5.1
- [4] Защита от вътрешни пожари в ядрени съоръжения, проект на ръководство на АЯР
- [5] Използване на ВАБ при управление на безопасността на ядрени централи, проект на ръководство на АЯР
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.6, IAEA, Vienna (2003).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Software For Computer Based Systems Important To Safety in Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.1, IAEA, Vienna (2000).



- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Instrumentation and Control Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants, IAEA, Safety Standards Series No. NS-G-1.3, IAEA Vienna (2003).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Management System for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GS-R-3, IAEA, Vienna (2006).
- [10] RADIATION AND NUCLEAR SAFETY AUTHORITY (STUK), Nuclear power plant systems, structures and components and their safety classification, YVL 2.1

6. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

6.1 Функционална група по безопасност

Съвкупност от оборудване, предназначено да изпълни всички действия, необходими за предотвратяване превишаването на пределите, определени в проектните основи за очаквани експлоатационни събития и проектни аварии вследствие възникването на дадено постулирано инициращо събитие.

6.2 Работоспособност (capability)

Да изпълнят определената им функция на безопасност така, както е изискано с отчитане на неопределеностите.

6.3 Надеждност (dependability)

Общ термин, описващ цялостната надеждност на система; това е степента до която обосновано може да се разчита на тази система. Атрибути на надеждността са сигурността, разполагаемостта и безопасността.

6.4 Устойчивост, резистентност (robustness)

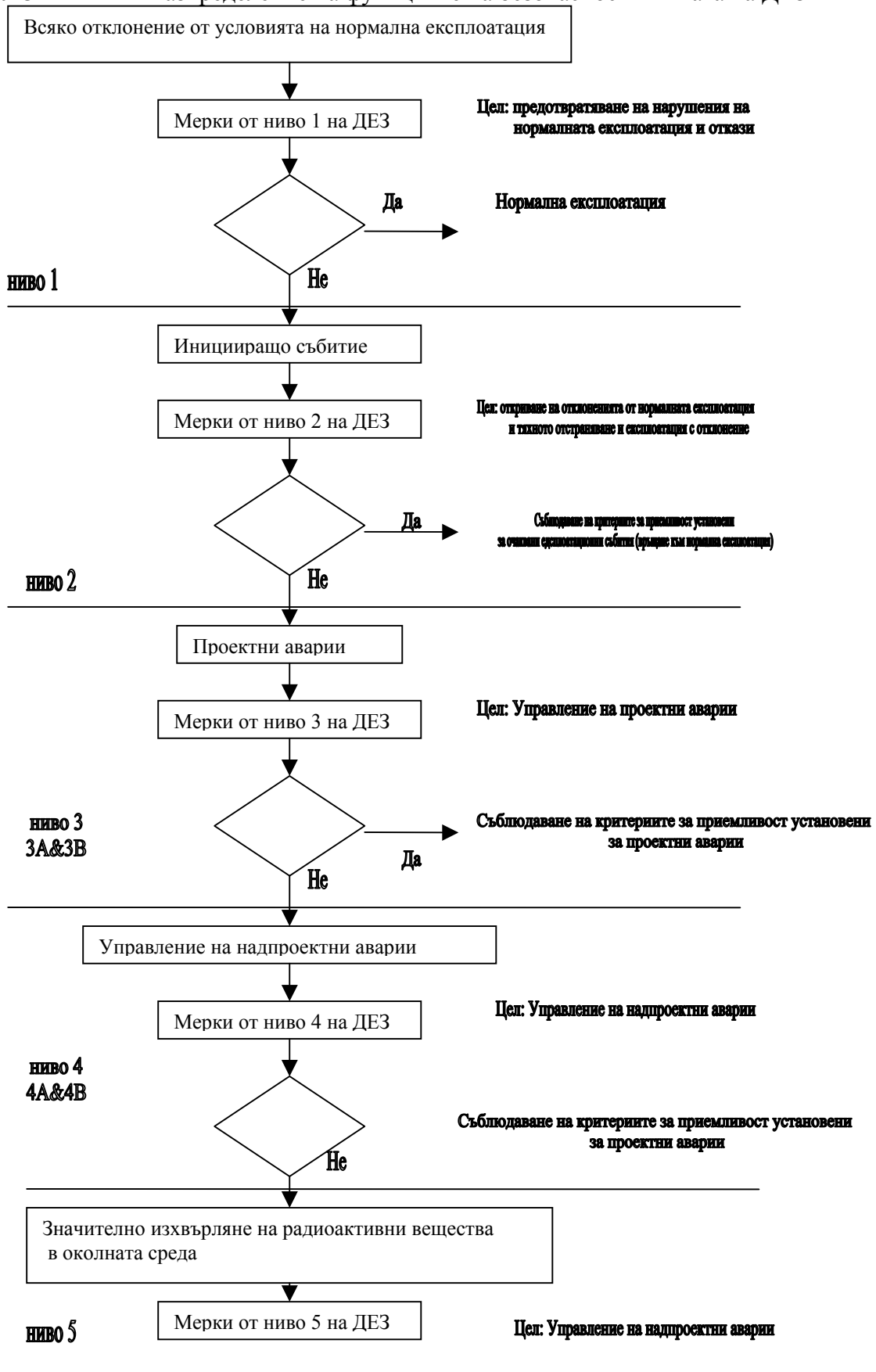
Да осигурят, че експлоатационни натоварвания или натоварвания, произтичащи от постулирани изходни събития няма да повлияят на способността на функционалната група по безопасност да изпълни определената и функция на безопасност.

7. ПРИЛОЖЕНИЯ

- ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Разпределение на функциите на безопасност в нивата на дълбоко ешелонираната защита
- ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Класификационен процес
- ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Примери на проектни изисквания
- ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Фундаментални функции на безопасност за реактори с вода под налягане
- ПРИЛОЖЕНИЕ 5 Подход за използване на резултатите от детерминистичните и вероятностни анализи на безопасността за оценка адекватността на класификацията на безопасност при проектиране на ниво системи

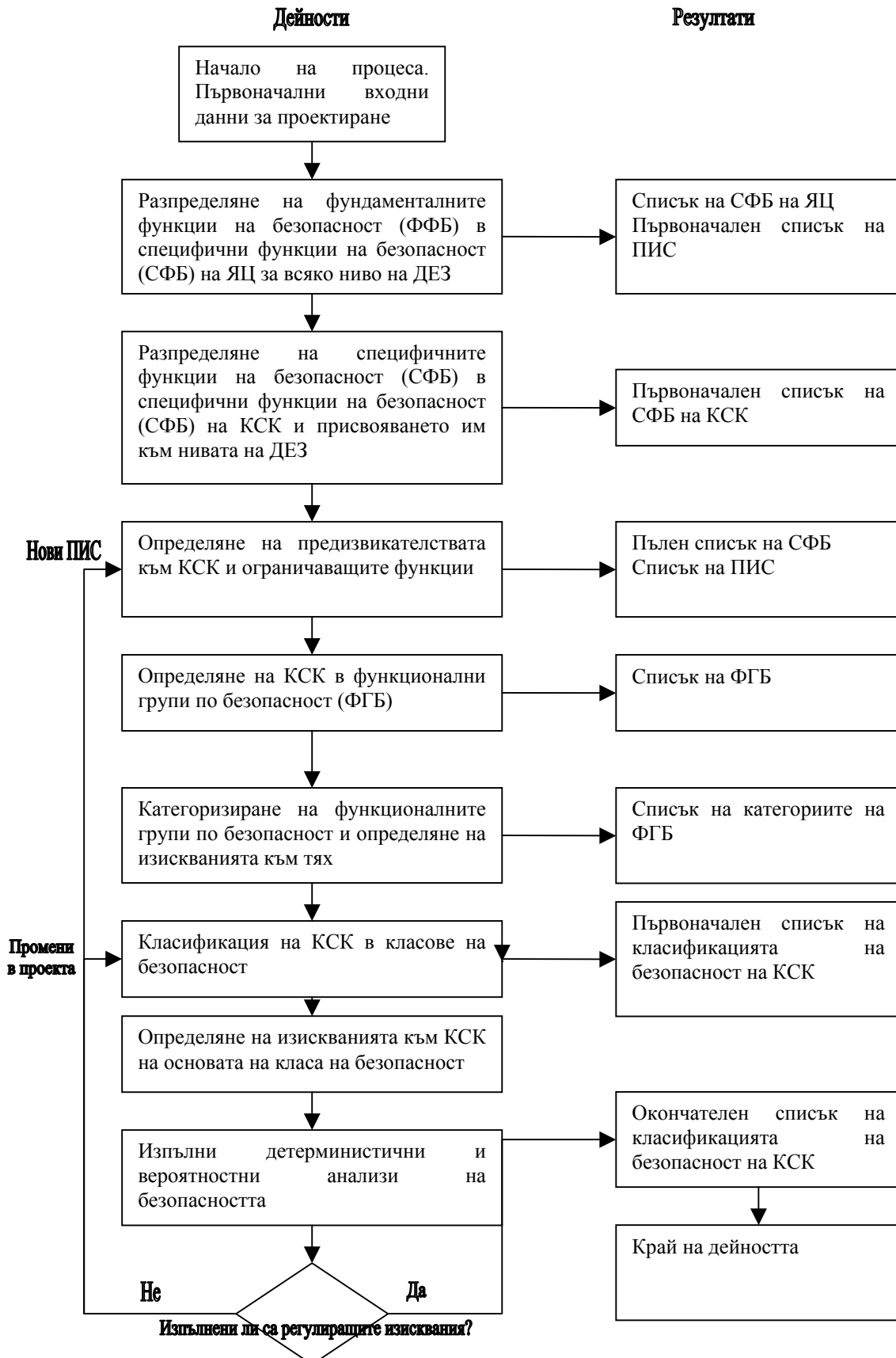


ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Разпределение на функциите на безопасност в нивата на ДЕЗ





ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Класификационен процес



ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Примери на проектни изисквания

Таблица 1 Примери от изисквания за категориите на безопасност

Категория на безопасност		Техническа характеристика	Надеждност	Устойчивост
Категория 1	Защитна (Ниво 1 на ДЕЗ)	Предотвратява отклонения от регулиращите предели за проектни аварии	Постигане на регулиращите предели за проектни аварии	Издържа в условията на нормална експлоатация, ОЕС и проектни аварии
	Ограничаваща последствията (Нива 2 и 3А от ДЕЗ)	Постигане на регулиращите предели за ОЕС и проектни аварии	Постигане на регулиращите изисквания за ОЕС и проектни аварии	Издържа в условията на нормална експлоатация и на ПИС, които трябва да се предотвратят
Категория 2	Защитна (Ниво 1 на ДЕЗ)	Предотвратява отклонения от регулиращите предели за нормална експлоатация	Постигане на регулиращите изисквания за ОЕС	Издържа в условията на нормална експлоатация и ОЕС
	Ограничаваща последствията (Нива 2, 3А и 3В от ДЕЗ)	Постигане на пределите за ОЕС и проектни аварии	Постигане на регулиращите изисквания за ОЕС и проектни аварии	Издържа в условията на нормална експлоатация и на ПИС, които трябва да се предотвратят
Категория 3	Защитна (Ниво 1 на ДЕЗ)	Предотвратява отклонения от пределите за нормална експлоатация	Постигане на изискванията за нормална експлоатация	Издържа в условията на нормална експлоатация
	Ограничаваща (Нива 2, 3А и 3В от ДЕЗ)	Постигане на пределите за ОЕС и проектни аварии	Постигане на регулиращите изисквания за нормална експлоатация, ОЕС и проектни аварии	Издържа в условията на нормална експлоатация и на ПИС, които трябва да се предотвратят
Категория 4	Ограничаваща (Ниво 4 от ДЕЗ)	Постигане на изискванията за надпроектни и тежки аварии	Постигане на подходящите регулиращи изисквания	Издържа в условията на нормална експлоатация и на ПИС, които трябва да се предотвратят

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 2 Примери на проектни изисквания за КСК

	Предизвикателства	Проектни решения (примери)
Работоспособност	Отказ да изпълни функция на безопасност	<ul style="list-style-type: none"> • Избор на подходящ стандарт • Консервативни margins • Избор на материал • Квалификация
Надеждност	<p>Ефекти от:</p> <p>Единичен отказ</p> <p>Отказ по обща причина</p> <p>Грешки при проектирането, изграждането, поддръжката и експлоатацията</p> <p>Откази на осигуряващите системи</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Избор на подходящ стандарт • Използване на принципа на безопасния отказ • Надеждност/..... • Разнообразие • Резервиране • Независимост • Ремонтпригодност • Възможности за изпитания • Избор на материал • Квалификация
Устойчивост	<p>Ефекти от:</p> <p>Вътрешни опасности</p> <p>Външни опасности</p> <p>Тежки и средни условия на средата в която работят</p> <p>Induced loads</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Избор на подходящ стандарт • Използване на принципа на безопасния отказ • Избор на материал • Сеизмична квалификация, квалификация за условията на средата в която ще работят • Разнообразие • Физическо разделяне • Независимост • Ремонтпригодност • Възможности за изпитания

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 3 Примери на изисквания за КСК на основата на класовете по безопасност

Изисквания	Предотвратяващи функции на безопасност (ниво 1 на ДЕЗ)				Ограничаващи функции на безопасност (нива от 2 до 4 на ДЕЗ)			
	КБ 1	КБ 2	КБ 3	КБ 4	КБ 1	КБ 2	КБ 3	КБ 4
Осигуряване на качеството	Ядрен клас	Ядрен клас	Индустриален клас или специфични изисквания	Индустриален клас или специфични изисквания	Ядрен клас	Ядрен клас	Индустриален клас или специфични изисквания	Индустриален клас или специфични изисквания
Квалификация за условията на средата в която работят	Тежки или средни: КСК да бъдат квалифицирани за всички състояния на нормална експлоатация и ПИС, в зависимост от мястото	Тежки или средни: КСК да бъдат квалифицирани за всички състояния на нормална експлоатация	Тежки или средни: КСК да бъдат квалифицирани за всички състояния на нормална експлоатация		Тежки или средни: КСК да бъдат квалифицирани за всички състояния на нормална експлоатация и приложимите ПИС	Тежки или средни: КСК да бъдат квалифицирани за всички състояния на нормална експлоатация и приложимите ПИС	Тежки или средни: КСК да бъдат квалифицирани за всички състояния на нормална експлоатация	Специфичните КСК да бъдат квалифицирани за всички състояния на нормална експлоатация и приложимите ПИС
Компоненти под налягане (примери на стандарти) ³	Високо налягане: C1 Ниско налягане: C2	Високо налягане: C2 Ниско налягане: C3	Високо налягане: C3 Ниско налягане: C4	C4	Високо налягане: C2 Ниско налягане: C3	C3	C4	C4
Електрически (IEEE)	1E	1E			1E	1E		
КИП и А (IEC 61226 Category)	В или С	В или С	В или С	С	А	В	С	С
Сеизмика	Категория 1	Категория 1	Категория 2	Категория 2	Категория 1	Категория 1	Категория 2	Категория 2
Строителни конструкции	Клас 1	Клас 1	Клас 1	Специфични изисквания	Клас 1	Клас 1	Клас 1	Специфични изисквания

³ C1, C2, C3 и C4 са нива или групи на качество; например C 1 означава ниво 1 от ASME III или RSS-M (първи контур) или група А от ПНАЕ Г-7-008; C 2 – ниво 2 от ASME III или RSS-M (система за аварийно охлаждане на активната зона) или група В от ПНАЕ-7-008; C 3- ниво 3 от ASME III или RSS-M (система охлаждаща вода междинен контур, система техническа вода отговорни потребители) или група С от ПНАЕ Г -7-008; C4 е ниво на качество за не ядрен клас компоненти със специфични изисквания (например сеизмично проектиране, изисквания за качество и т.н); тези компоненти могат да бъдат проектирани с индустриалните стандарти за съдове и тръбопроводи под налягане при отчитане на специфичните изисквания (системи за пожарогасене).

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Връзка между фундаменталните функции на безопасност, функциите на безопасност и дълбоко ешелонираната защита

Функция на безопасност	Нива на дълбоко ешелонираната защита						
	1	2	3А	3В	4А	4В	5
1. предотвратяване на неприемливи изменения на реактивността;	ФФБ 1						
2. поддържане на реактора в безопасно подкритично състояние;	ФФБ 1	ФФБ 1	ФФБ 1	ФФБ 1			
3. спиране на реактора за предотвратяване на очаквани експлоатационни събития, водещи до проектни аварии, и за ограничаване последствията от проектни аварии;		ФФБ 1	ФФБ 1	ФФБ 1			
4. поддържане на достатъчно количество топлоносител за охлаждане на активната зона при и след проектни аварии, при които границите на контура на топлоносителя на реактора са съхранени			ФФБ 2	ФФБ 2			
5. поддържане на достатъчно количество топлоносител за охлаждане на активната зона при и след всички постулирани изходни събития;		ФФБ 2	ФФБ 2	ФФБ 2			
6. отвеждане на топлината от активната зона след разкъсване на границите на контура на топлоносителя на реактора за ограничаване на повреждането на топлоотделящите елементи;			ФФБ 2	ФФБ 2	ФФБ 2		
7. отвеждане на остатъчното топлоотделяне при определени експлоатационни състояния и аварии със съхранени граници на контура на топлоносителя на реактора;	ФФБ 2	ФФБ 2	ФФБ 2	ФФБ 2			
8. отвеждане на топлината от системите за безопасност до крайния поглътител на топлина;		ФФБ 2	ФФБ 2	ФФБ 2			
9. обезпечаване на необходимите осигуряващи функции за системите за безопасност;	ФФБ 2 ФФБ 3	ФФБ 1 ФФБ 2 ФФБ 3	ФФБ 1 ФФБ 2 ФФБ 3	ФФБ 1 ФФБ 2 ФФБ 3			
10. поддържане на приемлива херметичност на обвивките на топлоотделящите елементи в активната зона;	ФФБ 3	ФФБ 3	ФФБ 3	ФФБ 3			
11. поддържане на целостта на границите на контура на топлоносителя на реактора;	ФФБ 2 ФФБ 3	ФФБ 2 ФФБ 3					
12. ограничаване на изхвърлянията на радиоактивни вещества от херметичния обем на реакторната инсталация при и след авария;			ФФБ 3	ФФБ 3	ФФБ 3	ФФБ 3	
13. ограничаване на облъчването на персонала и населението при и след проектни аварии и избрани тежки аварии с изхвърляне на радиоактивни вещества от източници извън херметичния обем на реакторната инсталация;			ФФБ 3	ФФБ 3	ФФБ 3	ФФБ 3	ФФБ 3
14. ограничаване на изхвърлянето на течни и газообразни радиоактивни вещества под определените граници при всички експлоатационни състояния;	ФФБ 3	ФФБ 3					
15. поддържане на условия на околната		ФФБ 1	ФФБ 1	ФФБ 1	ФФБ 1	ФФБ 1	

ПРИЛОЖЕНИЕ 5 Подход за използване на резултатите от детерминистичните и ВАБ анализи за оценка адекватността на класификацията по безопасност при проектиране на ниво системи

