



РЪКОВОДСТВО



**ОПРЕДЕЛЯНЕ ВАЖНОСТТА НА ЕКСПЛОАТАЦИОННИТЕ
СЪБИТИЯ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ЯДРЕНАТА
БЕЗОПАСНОСТ И РАДИАЦИОННАТА ЗАЩИТА (НИВОТО
ПО СКАЛАТА ИНЕС)**

РР-22/2021



СЪДЪРЖАНИЕ

1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
ЦЕЛ	3
ОБХВАТ	3
ЗАКОНОВИ ОСНОВАНИЯ ЗА РАЗРАБОТВАНЕ	3
2. КРАТКО ОПИСАНИЕ НА СКАЛАТА ИНЕС	4
ОБЩО ОПИСАНИЕ НА СКАЛАТА	4
СФЕРА НА ПРИЛАГАНЕ НА СКАЛАТА	7
ПРИНЦИПИ ЗА ИЗБОР НА КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА ПО СКАЛАТА ИНЕС	7
3. ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ ХОРАТА И ОКОЛНАТА СРЕДА.....	9
ОБЩО ОПИСАНИЕ	9
АКТИВНОСТ НА ИЗХВЪРЛЯНЕТО	10
ДОЗИ НА ОБЛЪЧВАНЕ, ПОЛУЧАВАНИ ОТ ОТДЕЛНИ ЛИЦА	11
4. ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ ФИЗИЧЕСКИТЕ БАРИЕРИ И КОНТРОЛ В СЪОРЪЖЕНИЯТА	14
ОБЩО ОПИСАНИЕ	14
ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОЦЕНКАТА ПО ИНЕС	15
ПРЕСМЯТАНЕ НА РАДИОЛОГИЧНИЯ ЕКВИВАЛЕНТ	17
5. ОЦЕНКА НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ВЪРХУ ЗАЩИТАТА В ДЪЛБОЧИНА ПРИ СЪБИТИЯ, СВЪРЗАНИ С ИЗПОЛЗВАНЕ И ПРЕВОЗ НА ИЗТОЧНИЦИ НА ЙОНИЗИРАЩИ ЛЪЧЕНИЯ	19
ОБЩИ ПРИНЦИПИ ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА	19
ПОДРОБНИ УКАЗАНИЯ ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА	19
6. ОЦЕНКА НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ВЪРХУ ЗАЩИТАТА В ДЪЛБОЧИНА ПРИ СЪБИТИЯ В ЕНЕРГИЙНИ РЕАКТОРИ ПРИ РАБОТА НА МОЩНОСТ	29
ОПРЕДЕЛЯНЕ НА БАЗОВОТО НИВО С ОТЧИТАНЕ НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА СРЕДСТВАТА ЗА ОСИГУРЯВАНЕ НА БЕЗОПАСНОСТТА	30
РАЗГЛЕЖДАНЕ НА ДОПЪЛНИТЕЛНИТЕ ФАКТОРИ	36
РАБОТНИ ПРИМЕРИ ЗА ОЦЕНКА ВАЖНОСТТА НА СЪБИТИЯ В ЕНЕРГИЙНИ РЕАКТОРИ ПО СКАЛАТА ИНЕС (НИВО 0 И НИВО 1)	38
7. ОЦЕНКА НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ВЪРХУ ЗАЩИТАТА В ДЪЛБОЧИНА ПРИ СЪБИТИЯ В ДРУГИ СЪОРЪЖЕНИЯ	41
ОБЩИ ПРИНЦИПИ ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА	41
ПОДРОБНИ УКАЗАНИЯ ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА	42
8. ПРОЦЕДУРА ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА ПО СКАЛАТА ИНЕС	46
9. ПРЕПРАТКИ, ИЗПОЛЗВАНИ ДОКУМЕНТИ	56
10. ОПРЕДЕЛЕНИЯ	57
11. ПРИЛОЖЕНИЯ	64
ПРИЛОЖЕНИЕ №1: ПРЕСМЯТАНЕ НА РАДИОЛОГИЧНИЯ ЕКВИВАЛЕНТ	64
ПРИЛОЖЕНИЕ №2: ПРАГОВИ НИВА ЗА ДЕТЕРМИНИСТИЧНИ ЕФЕКТИ	68
ПРИЛОЖЕНИЕ №3: ЗНАЧЕНИЕ НА D-СТОЙНОСТТА ЗА НЯКОИ ИЗОТОПИ	72
ПРИЛОЖЕНИЕ №4: КАТЕГОРИЗАЦИЯ НА РАДИОАКТИВНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ НА БАЗАТА НА РАЗПРОСТРАНЕНИТЕ ВИДОВЕ ПРАКТИЧЕСКА ДЕЙНОСТ	76
ПРИЛОЖЕНИЕ №5: ПРИМЕРИ ЗА ИЗХОДНИ СЪБИТИЯ И ЧЕСТОТА НА ТЯХНОТО ВЪЗНИКВАНЕ (ЗА РЕАКТОРИ С ТОПЛОНОСИТЕЛ И ЗАБАВИТЕЛ ВОДА ПОД НАЛЯГАНЕ) ...	78
ПРИЛОЖЕНИЕ №6: ПОДРОБНО ОПИСАНИЕ НА МЕТОДИКАТА ЗА ОЦЕНКА ВАЖНОСТТА НА СЪБИТИЯТА СЪГЛАСНО МЕЖДУНАРОДНАТА СКАЛА ЗА ЯДРЕНИ И РАДИАЦИОННИ СЪБИТИЯ НА МААЕ (СКАЛАТА ИНЕС)	80



1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

ЦЕЛ

1.1. Ръководството има за цел да даде указания на лицензиантите или титулярите на разрешения за прилагане на методиката за определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС) и следва да се прилага при оценка на събития в ядрени съоръжения, в обекти и при дейности с източници на йонизиращи лъчения и при превоз на радиоактивни вещества.

ОБХВАТ

1.2. Ръководството съдържа методически указания за прилагане на изискванията за определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС), съдържащи се в Наредбата за условията и реда за уведомяване на Агенцията за ядрено регулиране (АЯР) за събития в ядрени съоръжения, в обекти и при дейности с източници на йонизиращи лъчения и при превоз на радиоактивни вещества [2].

1.3. Структурата на ръководството съответства на ръководния документ на МААЕ „Ръководство за ползвателите на Международната скала за ядрени и радиационни събития (ИНЕС)” [6]. Разгледани са трите области, в които се оценява всяко събитие - хора и околна среда; физически бариери и контрол в съоръженията; защита в дълбочина.

1.4. В обхвата на ръководството е включена оценката на въздействието на събития, свързани с превоз и използване на източници на йонизиращи лъчения, събития в енергийни реактори при работа на мощност и събития в други съоръжения.

1.5. Настоящото ръководство съдържа също и процедура за оценка на събитията по скалата ИНЕС с помощта на схеми, които показват логическата последователност на оценката на важността на всяко събитие от гледна точка на безопасността.

1.6. В приложения към ръководството е представена също следната допълнителна информация, необходима за определяне на нивото на събитията по скалата ИНЕС:

- пресмятане на радиологичния еквивалент;
- прагови нива за детерминистични ефекти;
- значение на D-стойността за някои изотопи;
- категоризация на радиоактивните източници на базата на разпространените видове практическа дейност;
- примери за изходни събития и честота на тяхното възникване (за реактори с топлоносител и забавител вода под налягане);
- подробно описание на методиката за оценка важността на събитията съгласно Международната скала за ядрени и радиационни събития на МААЕ (скалата ИНЕС).

ЗАКОНОВИ ОСНОВАНИЯ ЗА РАЗРАБОТВАНЕ

1.7. В съответствие с правомощията си по чл. 5 на Закона за безопасно използване на ядрената енергия (ЗБИЯЕ) [1] председателят на АЯР предоставя по съответния ред информация за събития в ядрените съоръжения, обектите с източници на йонизиращи лъчения и при превоз на радиоактивни вещества в Република България на специализираните международни организации, в които страната ни членува, на държавни органи, юридически лица и гражданите. Гражданите се информират за събития,



инциденти и аварии също и от лицензианта или титуляря на разрешение.

1.8. Информацията за събитията се изпраща в АЯР от лицензианта или титуляря на разрешението в изпълнение на Наредбата за условията и реда за уведомяване на АЯР за събития в ядрени съоръжения, в обекти и при дейности с източници на йонизиращи лъчения и при превоз на радиоактивни вещества [2]. Важността на събитията по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита се определя на базата на скалата ИНЕС на МААЕ.

1.9. Съгласно чл. 22, ал. 2 на Наредбата [2], методиката за определяне важността на събитията по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС) се определя от председателя на АЯР. Съгласно чл. 22, ал. 3 на Наредбата първоначалното ниво на събитието по скалата ИНЕС се определя от лицензианта или титуляря на разрешение, а окончателното ниво по скалата ИНЕС се определя от председателя на АЯР.

2. КРАТКО ОПИСАНИЕ НА СКАЛАТА ИНЕС

ОБЩО ОПИСАНИЕ НА СКАЛАТА

2.1. В рамките на скалата ИНЕС събитията се класифицират на седем нива (степени), като събитията от нива 4 до 7 се дефинират като „аварии“, а тези от нива 1 до 3 - като „инциденти“. Събития, които не са съществени от гледна точка на безопасността, се класифицират като „събития под скалата/ниво 0“. Събития, които нямат отношение към ядрената безопасност или радиационната защита, не се класифицират по скалата ИНЕС.

2.2. С цел информиране на обществеността за събитията, всяко ниво по скалата ИНЕС има строго определено наименование. По ред на увеличаване сериозността на събитието това са: „аномалия“, „инцидент“, „сериозен инцидент“, „авария с локални последиствия“, „авария с широки последиствия“, „сериозна авария“ и „тежка авария“ (Фигура 1).

2.3. При разработване на скалата е избран принцип, който се състои в това, че важността на събитията за безопасността нараства примерно с един порядък за всяко ниво (т.е. скалата е логаритмична). Аварии в АЕЦ „Чернобил“ през 1986 г. и в АЕЦ „Фукушима“ през 2011 г. се оценяват на ниво 7 по скалата ИНЕС. Тези аварии се характеризират с широко разпространено въздействие върху хората и околната среда.

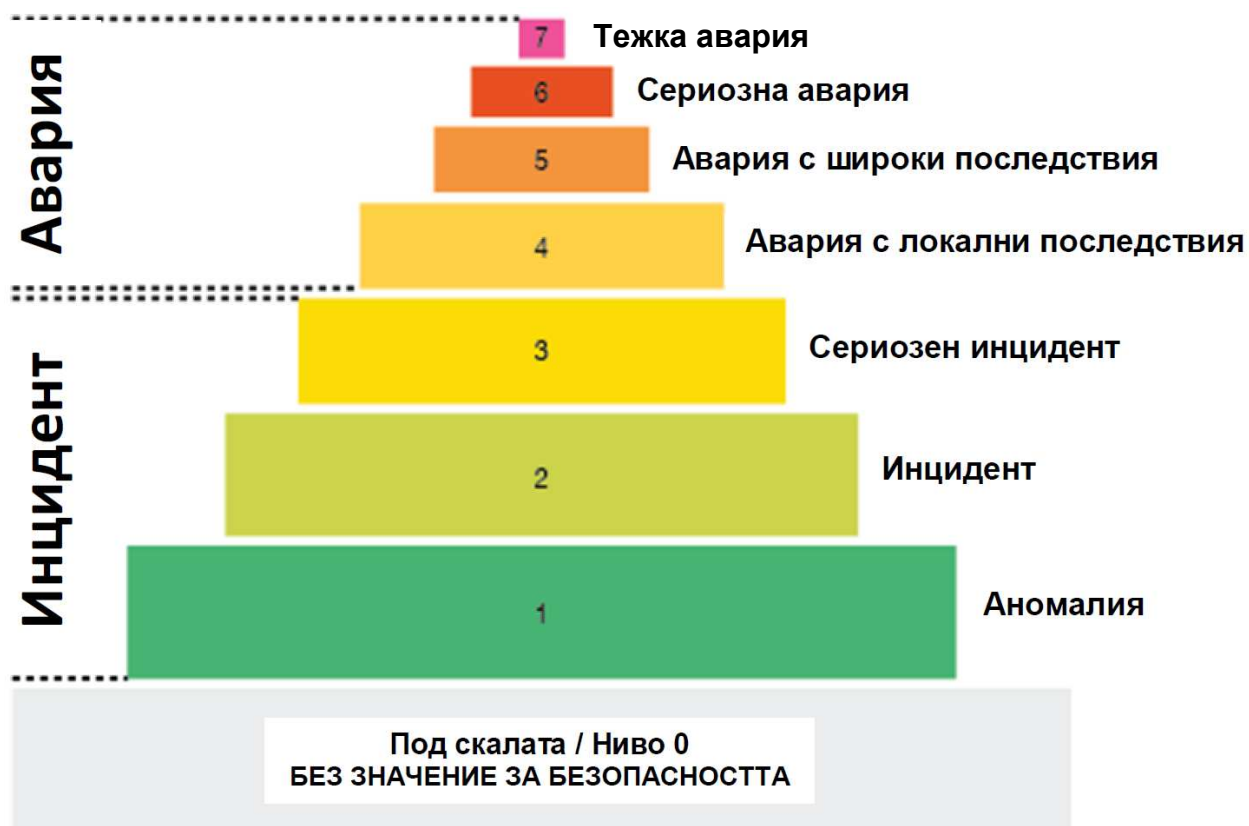
2.4. Структурата на скалата е представена в Таблица 1. Събитията се разглеждат в зависимост от тяхното въздействие в три различни области: въздействие върху хората и околната среда; въздействие върху физическите бариери и контрол в съоръженията; и въздействие върху защитата в дълбочина.

2.5. Въздействието върху хората и околната среда може да бъде локално или широко разпространено, както например в случай на изхвърляне в околната среда на радиоактивен материал от съоръжението. Въздействието върху физическите бариери и контрол в съоръженията е свързано само със съоръжения, в които има голямо количество радиоактивен материал като ядрени енергийни реактори, съоръжения от ядрения горивен цикъл, големи изследователски реактори или големи съоръжения с източници на йонизиращи лъчения. Тази категория обхваща също събития като стопяване на активната зона на реактор и изхвърляне в околната среда на значително количество радиоактивен материал в резултат на излизане от строя на физическите бариери.



РЪКОВОДСТВО

Определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС)



Фигура 1. Международна скала за ядрени и радиационни събития (ИНЕС)



РЪКОВОДСТВО

Определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС)

Таблица 1. Общи критерии за класификация на събитията по скалата ИНЕС

Описание на събитието и ниво по ИНЕС	Хора и околна среда	Физически бариери и контрол	Защита в дълбочина
Тежка авария Ниво 7	- Голямо изхвърляне на радиоактивен материал с обширни последствия за здравето и околната среда, изискващи извършването на планирани и дългосрочни контрамерки.		
Сериозна авария Ниво 6	- Значително изхвърляне на радиоактивен материал, което вероятно ще наложи прилагането на планирани контрамерки.		
Авария с широки последствия Ниво 5	- Ограничено изхвърляне на радиоактивен материал, при което е малка вероятността ще се наложи извършването на някои планирани контрамерки. - Няколко смъртни случая от облъчване.	- Тежки повреди на активната зона на реактора. - Изхвърляне на големи количества радиоактивен материал в съоръжението с голяма вероятност за значително облъчване на населението. Изхвърлянето може да е в резултат на крупна авария с възникване на критичност или пожар.	
Авария с локални последствия Ниво 4	- Малко изхвърляне на радиоактивен материал, при което е малка вероятността ще се наложи прилагането на планирани контрамерки, освен местен контрол на храните. - Поне един смъртен случай от облъчване.	- Стопяване или повреждане на горивото в реактора, в резултат на което е изпуснато повече от 0,1% от общото количество в активната зона. - Изхвърляне на значителни количества радиоактивен материал в границите на съоръжението с голяма вероятност за значително облъчване на населението.	
Сериозен инцидент Ниво 3	- Облъчване, превишаващо десет пъти допустимата годишна доза за работниците. - Несмъртоносен детерминистичен ефект на радиацията върху здравето (напр. изгаряне).	- Мощността на дозата на облъчване в работната зона по-голяма от 1Sv/h. - Сериозно радиационно замърсяване в зона, където това не е предвидено в проекта, с малка вероятност за значително облъчване на населението.	- Близко до авария събитие в АЕЦ, при което не са останали други /допълнителни средствата за осигуряване на безопасността. - Изгубен или откраднат силно радиоактивен закрит източник. - Неправилно доставен силно радиоактивен закрит източник при липса на адекватна инструкция за боравене с него.
Инцидент Ниво 2	- Облъчване на човек от населението, превишаващо 1mSv. - Облъчване на работник, превишаващо допустимата годишна доза.	- Нива на радиацията в работната зона за експлоатация по-големи от 50 mSv/h. - Значително радиационно замърсяване в границите на съоръжението, което се е разпространило в зона, където това не е предвидено в проекта.	- Значителни откази на средствата за осигуряване на безопасността, но без реални последствия. - Намерен силно радиоактивен закрит изоставен източник, устройство или транспортна опаковка, при което средствата за осигуряване на безопасността са се съхранили. - Неправилно опакован силно радиоактивен закрит източник.
Аномалия Ниво 1			- Облъчване на човек от населението, превишаващо допустимата годишна доза. - Малки проблеми с компоненти за безопасност, при оставащ значителен запас на защита в дълбочина. - Изгубен или откраднат ниско радиоактивен източник, устройство или транспортна опаковка.
Събитие под скалата Ниво 0	Без значимост за безопасността (под скалата/Ниво 0)		



2.6. Събития, които се оценяват в двете области (хора и околна среда, физически бариери и контрол), са описани в настоящото ръководство като събития с „действителни последици“. Влошаването на състоянието (деградацията) на защитата в дълбочина е главно свързано със събития, които нямат действителни последици.

2.7. Ниво 1 се прилага само в случаите на влошаване на състоянието (деградация) на защитата в дълбочина. Нива 2 и 3 обхващат случаи на по-сериозно влошаване на състоянието на защитата в дълбочина или по-ниски степени на действителни последици за хората или съоръженията. Нива от 4 до 7 отразяват нарастваща степен на действителните последици за хората и околната среда.

СФЕРА НА ПРИЛАГАНЕ НА СКАЛАТА

2.8. Скалата ИНЕС може да се прилага за събития в ядрени съоръжения и при използване, превоз и съхраняване на радиоактивни материали и източници на йонизиращи лъчения. Скалата обхваща също загуба или кражба на радиоактивни източници или опаковки и намиране на безстопанствени източници.

2.9. Скалата е предназначена за използване само за събития в граждански съоръжения и е свързана само с аспектите на безопасността на събитията. Скалата не е предназначена за определяне важността на събития, свързани с физическата защита на съоръженията.

2.10. Ако съоръжението или устройството се използва за медицински цели, указанията, съдържащи се в настоящото ръководство, се прилагат за оценка важността на събитията, които водят до фактическо облъчване на персонала и населението или които са свързани с влошаване (деградация) на работните характеристики на устройството или недостатъци на мерките за безопасност. Скалата не обхваща фактическите или потенциалните последици за пациентите, които се облъчват в процеса на изпълнение на медицинските процедури.

2.11. Скалата не се прилага за оценката на всички събития, които могат да възникнат в ядрено съоръжение или съоръжение с източници на йонизиращи лъчения. Тя не обхваща събития, свързани с техническата и пожарната безопасност, ако те не включват някаква вероятна радиологична опасност и не засягат оборудване, свързано с осигуряването на радиационната защита или ядрената безопасност.

ПРИНЦИПИ ЗА ИЗБОР НА КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА ПО СКАЛАТА ИНЕС

2.12. Всички събития трябва да се оценяват в зависимост от тяхното въздействие в трите области, посочени в т. 2.4., а именно: хора и околна среда; физически бариери и контрол; и защита в дълбочина. Събитието се оценява по скалата ИНЕС на най-високото ниво, определено в резултат на оценката на всяка от тези три области.

Хора и околна среда

2.13. Най-простият подход за оценка на практическите последици за хората може да бъде оценката, която се базира на получените дози на облъчване. Но в случай на аварии (нива от 4 до 7 по скалата ИНЕС) са разработени критерии, които се основават на количествената оценка на изхвърления радиоактивен материал, а не на получената доза. Тези критерии се прилагат само за практическа дейност, при която съществува потенциална опасност от разпръскване (диспергиране) на значително количество радиоактивен материал.

2.14. С цел обхващане на широк диапазон от различни радиоактивни вещества, изхвърлянето на които се счита за възможно, в скалата ИНЕС е използвана концепцията за



„радиологичен еквивалент“. Количеството в този случай се изразява в терабекерели йод-131 (^{131}I), като се дефинират коефициенти на преобразуване за определяне на еквивалентното ниво за други изотопи, което би могло да доведе до същото ниво на ефективната доза.

2.15. При събития с по-ниско ниво на въздействие върху хората и околната среда, оценката се базира на получените дози и броя на облъчените хора.

Физически бариери и контрол

2.16. За големи съоръжения, в които има голямо количество радиоактивни вещества, съществува вероятност от възникване на събития, при които има значителни откази на физическите бариери без значителни последствия за хората и околната среда. В тези съоръжения съществува също вероятност от възникване на събития, при които има значително разпространение на радиоактивно замърсяване или повишено ниво на радиация, но се запазва голяма част от защитата в дълбочина. И в двата случая не възникват значителни последствия за отделни лица извън границите на площадката, обаче в първия случай се увеличава вероятността от такива последствия за отделни лица, а във втория случай такива откази представляват значителен срив в управлението на радиационния контрол.

2.17. Критериите, отразяващи тези моменти, се прилагат само за съоръжения, в които има голямо количество радиоактивни материали. В случаите на събития, свързани с източници на йонизиращи лъчения и превоз на радиоактивни материали, е необходимо да се прилага само критерия за въздействие върху хората и околната среда, а също така и върху защитата в дълбочина.

Защита в дълбочина

2.18. Скалата ИНЕС е предназначена да се прилага за всички събития, които са важни от гледна точка на ядрената безопасност и радиационната защита, огромното болшинство от които е свързано с откази на оборудване или нарушения и недостатъци на процедурите. Ако събития от този тип се класифицираха само на базата на действителните последствия, то всички те биха се оценявали като „събития под скалата/ниво 0“, и скалата нямаше да има реална ценност за оценка на такива събития. Затова скалата ИНЕС обхваща не само фактическите, но и потенциалните последствия на събитията.

2.19. Концепцията на защитата в дълбочина се прилага чрез осигуряване на поредица от физически (радиологични) бариери и няколко нива на защита, насочени към осигуряване на защита от въздействието на йонизиращите лъчения и смекчаване на последствията, в случай че превантивните мерки не са били успешни [3]. Разработен е набор от критерии, за да се отразят случаите, които се наричат „деградация на защитата в дълбочина“. Тези критерии предполагат, че във всички дейности, свързани с превоз, съхранение и използване на радиоактивен материал и източници на йонизиращи лъчения, се предвиждат редица средства за осигуряване на безопасността. За да бъде определена важността на такива събития, са определени критерии, които зависят от количеството на радиоактивния материал и тежестта на отказа на средствата за осигуряване на безопасността.

2.20. Тъй като тези събития са свързани само с по-голямата вероятност от възникване на аварии без действителни последствия, максималната оценка на такива събития се определя на ниво 3 (сериозен инцидент). Това максимално ниво се прилага само за практическа дейност, при осъществяването на която съществува вероятност от възникване на значителна авария при отказ на всички средства за осигуряване на безопасността (която се оценява на ниво 5, 6 или 7 по скалата ИНЕС).



2.21. В категорията на защитата в дълбочина се отчитат също така наречените допълнителни фактори, в които са включени: откази по обща причина, недостатъци на процедурите и недостатъци на културата на безопасност. При отчитане на тези допълнителни фактори използваните критерии позволяват да се повиши оценката с едно ниво по сравнение с оценката, получена само при отчитане на фактическите откази на оборудването или нарушението на процедурите. При събития, свързани с източници на йонизиращи лъчения и превоз на радиоактивни материали, възможността за повишаване на оценката в резултат на отчитане на допълнителните фактори е предвидена в таблиците за оценка.

2.22. В настоящото ръководство са определени подробни критерии, които са разработени за прилагане на тези принципи. Използват се три конкретни и съвместими подхода: един за събития, свързани с превоз и с източници на йонизиращи лъчения, един специфичен за събития на енергийни реактори при работа на мощност, и един за събития в други съоръжения (включително спрени и разхладени реактори, изследователски реактори и при извеждане от експлоатация на ядрени съоръжения).

2.23. Критериите за събития, свързани с превоз и с източници на йонизиращи лъчения, са представени в серия от таблици, в които се обединяват всичките тези три елемента на защитата в дълбочина, посочени по-горе (т.е. количеството радиоактивен материал, степента на отказа на средствата за осигуряване на безопасността и допълнителните фактори).

2.24. Критериите за енергийните реактори, които работят на мощност, осигуряват получаването на базовото ниво на оценка с използването на две таблици, и позволяват да се повиши оценката с една степен с отчитане на допълнителните фактори. Базовото ниво на оценката зависи от това, дали се е изисквало задействането на средствата за осигуряване на безопасността, от степента на деградация на средствата за осигуряване на безопасността, и от вероятността за възникване на такова събитие, което изисква задействането на тези средства.

2.25. Критериите за събития на енергийни реактори в студено състояние, на изследователски реактори и на други съоръжения осигуряват получаването на базовото ниво на оценка на основата на таблица, в зависимост от максималните последствия, мащаба на отказите на средствата за осигуряване на безопасността и количеството на съхранените средства за осигуряване на безопасността. Този последен фактор се отчита чрез групиране на средствата за осигуряване на безопасността в т.н. независими нива на защита, както и определянето на броя на такива нива на защита. По този начин, в резултат на отчитането на допълнителните фактори в съответните случаи, базовото ниво на оценка се повишава с още една степен.

Обща (финална) оценка

2.26. В общата (финалната) оценка на събитието трябва да се отчитат всички съответстващи критерии, посочени в т.т. 2.13÷2.25. Всяко събитие трябва да се разглежда с използването на всеки от подходящите критерии, при което за събитието се прилага максималната получена оценка. Общия подход за оценка на събитията е представен на логическите схеми в Раздел 8.

3. ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ ХОРАТА И ОКОЛНАТА СРЕДА

ОБЩО ОПИСАНИЕ

3.1. Оценката на събитията в зависимост от въздействието върху хората и околната среда отразява фактическото радиологично въздействие върху персонала, населението и



околната среда и се базира на дозите на облъчване на хората или на количеството на изхвърления в околната среда радиоактивен материал. Когато оценката се основава на дозата на облъчване, тя също така отчита и броя на облъчените лица. Събитията трябва също да се оценяват с използването на критериите, свързани със защитата в дълбочина (Раздели 5, 6 или 7), а в съответните случаи с използването и на критериите, свързани с физическите бариери и контрола на съоръженията (Раздел 4), ако използването на тези критерии води до по-висока оценка по скалата ИНЕС.

3.2. В този раздел са описани два типа критерии:

- количество на изхвърлената активност: прилага се в случаите на голямо изхвърляне на радиоактивен материал в околната среда;
- дозите, получени от отделни лица: прилага се при всички други ситуации.

3.3. Процедурите за прилагане на тези критерии накратко са изложени на блок-схемите в Раздел 8. Трябва да се отбележи обаче, че в случай на събития, свързани с превоз и с източници на йонизиращи лъчения, е необходимо да се разглеждат само критериите, засягащи дозите на облъчване, получени от отделни лица, когато има значително изхвърляне на радиоактивен материал.

АКТИВНОСТ НА ИЗХВЪРЛЯНЕТО

3.4. Горните четири нива на скалата ИНЕС (нива 4 – 7) включват определяне на количеството изхвърлена активност, като се определя значението на нейния радиологичен еквивалент в съответствие с броя терабекерели йод-131 (^{131}I). Методът за определяне на радиологичния еквивалент е изложен в т.т. 3.5÷3.7 по-долу.

Методи за оценка на изхвърлянията

3.5. Има два метода за оценка на радиологичната значимост на изхвърлянето. За атмосферно изхвърляне от ядрено съоръжение, като например реактор или съоръжение от ядрения горивен цикъл, в Таблица 2 са посочени коефициентите за преизчисляване на радиологичния еквивалент по йод ^{131}I , които следва да се използват в този случай. Фактичската активност на изотопа в изхвърлянето следва да се умножи на коефициента, посочен в Таблица 2, а след това тя да се сравни с величините, посочени в определенията за всяко ниво. Ако се изхвърлят няколко изотопа, то следва да се пресметне и след това да се сумира еквивалентната величина за всеки един от тях. Редът за пресмятане на тези коефициенти е разяснен в Приложение №1.

3.6. При изхвърляне по време на превоз на радиоактивни материали или при използване на източници на йонизиращи лъчения следва да се прилагат D_2 -стойностите. D -стойността представлява нивото на активност, над което източникът се счита за „опасен“ и потенциално може да предизвика тежки детерминистични ефекти, ако не се осигури неговото безопасно и надеждно управление. D_2 -стойността е „активността на радионуклида в източника, която при неконтролируеми условия и при разпръскване (диспергиране) на материала може да доведе до аварийна ситуация, която може да причини тежки детерминистични ефекти за здравето“ [9]. В Приложение №3 са посочени D_2 -стойностите за някои изотопи.

3.7. При събития, включващи изхвърляния, които не се превръщат в аерозолни, следва да се извършва оценка на основата на дозата. Течните изхвърляния, които водят до дози на облъчване, значително превишаващи дозите за ниво 3, трябва да се оценяват на ниво 4 и по-високо, при което оценката на радиологичния еквивалент ще бъде свързана с конкретна площадка.



Определяне на нивата на основата на изхвърлената активност

3.8 Ниво 7: „Събитие, водещо до изхвърляне в околната среда, съответстващо на количество радиоактивност, което е радиологично еквивалентно на изхвърляне в атмосферата на повече от няколко десетки хиляди терабекерела ^{131}I “.

3.9. При събитие от ниво 7 изхвърлянето в околната среда съответства на изхвърлянето на голяма част от ядрения материал в активната зона на енергиен реактор, който обикновено съдържа смес от кратко- и дълго-живеещи радионуклиди. При такова изхвърляне се очакват стохастични последици за здравето на лица от населението на обширна територия, както и възможни проявления на детерминистични ефекти за здравето.

3.10. Ниво 6: „Събитие, водещо до изхвърляне в околната среда, съответстващо на количество радиоактивност, което е радиологически еквивалентно на изхвърляне в атмосферата от порядъка на хиляди до няколко десетки хиляди терабекерела ^{131}I “.

3.11. При такова изхвърляне е много вероятно да бъде обоснована необходимостта от прилагането на някои защитни мерки (например укриване и евакуация), с цел предотвратяване или ограничаване на мащаба на последиците за здравето на лица от населението.

3.12. Ниво 5: „Събитие, водещо до изхвърляне в околната среда, съответстващо на количество радиоактивност, което е радиологически еквивалентно на изхвърляне в атмосферата от порядъка на стотици до хиляди терабекерела ^{131}I “, или

„Събитие, водещо до разпръснато (диспергирано) изхвърляне на активност от радиоактивен източник с активност, която превишава с повече от 2500 пъти D_2 -стойността за изхвърлените изотопи“.

3.13. Вследствие на фактическото изхвърляне може да се изисква прилагането на някои защитни мерки, с цел предотвратяване или намаляване на вероятността от последици за здравето.

3.14. Ниво 4: „Събитие, водещо до изхвърляне в околната среда, съответстващо на количество радиоактивност, което е радиологически еквивалентно на изхвърляне в атмосферата от порядъка на десетки до стотици терабекерела ^{131}I “, или

„Събитие, водещо до разпръснато (диспергирано) изхвърляне на активност от радиоактивен източник с активност, която превишава с повече от 250 пъти D_2 -стойността за изхвърлените изотопи“.

3.15. При такова изхвърляне вероятно няма да се изисква прилагането на защитни мерки, с изключение на осигуряването на локален контрол на хранителните продукти.

ДОЗИ НА ОБЛЪЧВАНЕ, ПОЛУЧАВАНИ ОТ ОТДЕЛНИ ЛИЦА

3.16. Най-прекият критерий се явява дозата, която е получена в резултат на даденото събитие. Нивата 1 – 6 включват дефиниции на основата на този критерий. Ако не е конкретно посочено (виж критерия за ниво 1), те се прилагат за получените дози или за дозите, които могат да бъдат получени в резултат на оценяването единично събитие. Минималната оценка по скалата ИНЕС се поставя, ако само едно лице е подложено на облъчване над тези критерии, а по-висока оценка се поставя, ако по-голям брой лица се подлагат на облъчване над тези критерии.

Таблица 2. Радиологичен еквивалент по ^{131}I за изхвърляния в атмосферата

Изотоп	Коефициент на умножение
Am-241	8 000
Co-60	50
Cs-134	3
Cs-137	40
H-3	0,02
I-131	1
Ir-192	2
Mn-54	4
Mo-99	0,08
P-32	0,2
Pu-239	10 000
Ru-106	6
Sr-90	20
Te-132	0,3
U-235(S) ^a	1 000
U-235(M) ^a	600
U-235(F) ^a	500
U-238(S) ^a	900
U-238(M) ^a	600
U-238(F) ^a	400
U природен	1 000
Инертни газове	Пренебрежимо малък (практически 0)

^a Типове на поглъщане в белите дробове: S - бавно; M - средно; F - бързо.
В случай на неопределеност се приема най-консервативното значение.

Критерии за оценка на минималното ниво при облъчване на един човек

3.17. Ниво 4 – това е минималното ниво за събития, които водят до:

- (1) „възникване на летален детерминистичен ефект; или
- (2) вероятност от възникване на летален детерминистичен ефект в резултат на облъчване на цялото тяло, което е довело до погълната доза⁵ от порядъка на няколко Gy“.

3.18. В Приложение №2 са представени допълнителни подробни сведения за вероятността от летални детерминистични ефекти и за праговите нива за нелетални детерминистични ефекти.

3.19. Ниво 3 – това е минималното ниво за събития, които водят до:

- (1) „възникване или вероятно възникване на нелетален детерминистичен ефект (виж Приложение №2, което съдържа допълнителни подробни сведения); или



(2) *облъчване с ефективна доза, която превишава повече от десет пъти установения предел за годишна доза на облъчване на цялото тяло на работници*“.

3.20. Ниво 2 – това е минималното ниво за събития, които водят до:

(1) *„облъчване на лице от населението с ефективна доза, превишаваща 10 mSv; или*

(2) *облъчване на работник, превишаващо установените предели за годишна доза*“.

3.21. Ниво 1 – това е минималното ниво за събития, които водят до:

(1) *„облъчване на лице от населението, превишаващо установените предели за годишна доза; или*

(2) *облъчване на работник, превишаващо граничните дози; или*

(3) *сумарно облъчване на работник или лице от населението, превишаващо установените предели за годишна доза*“.

Критерии, които се прилагат при облъчването на няколко лица

3.22. Ако повече от един човек е подложен на облъчване, тогава трябва да се оцени броя на хората, които попадат в някое от нивата, определени в т.т. 3.17÷3.21. Във всеки случай указанията, които са изложени по-долу, следва при необходимост да се използват за повишаване на оценката на нивото по ИНЕС.

3.23. При облъчвания, които не водят или едва ли биха могли да доведат до детерминистичен ефект, минималната оценка на нивото по т.т. 3.17÷3.21 следва да се повиши с една степен, ако дози, превишаващи величината за даденото ниво, се получават от 10 или повече човека, и с две степени, ако дозите се получават от 100 или повече човека.

3.24. При облъчвания, които водят или биха могли да доведат до детерминистични ефекти, се прилага по - консервативен подход и оценките по ИНЕС следва да се повишат с една степен ако дозите, превишаващи величината за даденото ниво, се получават от няколко човека, и с две степени, ако дозите се получават от няколко десетки човека.

3.25. Когато определен брой лица са подложени на облъчване на различни нива, оценката на събитието се определя на най-високото ниво по ИНЕС, получено в резултат на описания процес.

Методология за оценка на дозите

3.26. Оценка на дозите, получавани от работниците и от населението, трябва да се базира на реален сценарий, който включва прилагането на защитни мерки.

3.27. Ако не е възможно точно да се установи, че конкретни отделни лица са получили дози на облъчване, следва да се извършва оценка на вероятните дози и да се определи нивото по скалата ИНЕС на основата на възпроизвеждане на вероятния сценарий.

Обобщение

3.28. Ръководните указания, които се съдържат в т.т. 3.17÷3.27, са обобщени в Таблица 3, която показва как се отчитат нивото на дозата и броя на облъчените хора.



Таблица 3. Обобщение на оценките на събитията на основата на дозите на облъчване, получени от отделни лица

Ниво на облъчването	Мин. оценка	Брой на отделните лица	Факт. оценка
Възникване на летален детерминистичен ефект или вероятно възникване на летален детерминистичен ефект в резултат на облъчване на цялото тяло, което води до погълната доза от порядъка на няколко Gy.	4	Няколко десетки или повече От няколко до няколко десетки лица По-малко от няколко лица	6 ^a 5 4
Възникване или вероятно възникване на нелетален детерминистичен ефект	3	Няколко десетки или повече От няколко до няколко десетки лица По-малко от няколко лица	5 4 3
Облъчване с ефективна доза, превишаваща повече от десет пъти установения предел за годишна доза на облъчване на цялото тяло на работници	3	100 или повече лица 10 или повече лица По-малко от 10 лица	5 4 3
Облъчване на лица от населението с ефективна доза, превишаваща 10 mSv или облъчване на работник, превишаващо установените предели за годишна доза	2	100 или повече лица 10 или повече лица По-малко от 10 лица	4 3 2
Облъчване на лица от населението, превишаващо установените предели за годишна доза или облъчване на работник, превишаващо граничните дози	1	100 или повече лица 10 или повече лица По-малко от 10 лица	3 2 1 ^b
Сумарно облъчване на работници или лица от населението, превишаващо установените предели за годишна доза	1	1 или повече лица	1 ^b

^a Ниво 6 не се счита за достоверно в случай на събития, свързани с източници на йонизиращи лъчения.

^b Както е пояснено в т.т. 3.17÷3.27, определянето на ниво 1 се базира на критериите за защитата в дълбочина, които са разяснени в раздели 5÷7, но тук те са включени за пълнота на изложението.

4. ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ ФИЗИЧЕСКИТЕ БАРИЕРИ И КОНТРОЛ В СЪОРЪЖЕНИЯТА

ОБЩО ОПИСАНИЕ

4.1. Ръководните указания на този раздел се прилагат само за събития в големи съоръжения, инсталации или обекти, за които има потенциална възможност да се случи голямо изхвърляне на радиоактивни материали, което се оценява на ниво 5 или по-високо по скалата ИНЕС.



4.2. Всички събития изискват разглеждане с използване на критериите за въздействие върху хората и околната среда, а също така критериите за въздействие върху защитата в дълбочина. Обаче ако се използват само тези два критерия, тогава два ключови типа събития няма да могат да се оценяват на нивото, съответстващо на тяхната важност за безопасността.

4.3. Първият тип събития - това са събитията, при които има значително повреждане на първичните физически бариери, които предотвратяват голямо изхвърляне. При събитие от такъв тип, ако излязат от строя проектните средства за защита, тогава единствените физически бариери, предотвратяващи много голямо изхвърляне, са запазените работоспособни системи на защитната обвивка (херметичната конструкция за АЕЦ). Ако нямаше конкретни критерии за разглеждане на такива събития, те биха били оценени само на ниво 3 от гледна точка на защитата в дълбочина. Критериите за ниво 4 и ниво 5 по ИНЕС са предназначени конкретно за прилагане при тази ситуация.

4.4. Вторият тип събития - това са събития, при които физическите бариери, предотвратяващи голямо изхвърляне, остават незасегнати, но на съоръжения, в които има голямо количество радиоактивен материал, възниква голямо изтичане на радиоактивни материали или значително увеличение на мощността на дозата. Такива събития биха могли да бъдат оценени на ниво 1 по въздействие върху защитата в дълбочина, тъй като голям брой физически бариери остават работоспособни. Въпреки това тези събития водят до съществен срив в управлението на мерките за контрол при работа с радиоактивни материали, поради което създават значителен риск, свързан с възникването на събития със значително въздействие върху хората и околната среда. Критериите за ниво 2 и ниво 3 са предназначени конкретно за прилагане в случай на този втори тип събития.

4.5. Степента на радиоактивно замърсяване се определя от количеството разпространена активност или от мощността на дозата. Тези критерии характеризират мощността на дозата в работната зона, независимо от фактическото присъствие на персонал в нея. Те не следва да се бъркат с критериите за дозите на облъчване на персонала, изложени в т.т. 3.17÷3.27, които се отнасят до фактически получените дози.

4.6. При радиоактивно замърсяване под величината, съответстваща на ниво 2, се отчита само въздействието върху защитата в дълбочина.

4.7. Критериите, свързани с хората и околната среда (Раздел 3) и със защитата в дълбочина (Раздели 5, 6 и 7) също трябва да се разглеждат при всички събития, тъй като те могат да доведат до повишаване на оценката на нивото по ИНЕС.

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОЦЕНКАТА ПО ИНЕС

При събития, свързани с ядрено гориво (включително изследователски реактори):

4.8. Ниво 5: „Събитие, водещо до стопяване на еквивалента на повече от няколко процента от горивото в енергиен реактор или изхвърляне от горивните касети на повече от няколко процента от ядрения материал в активната зона на енергиен реактор“.

4.9. При такова събитие има изхвърляне на значително количество ядрен материал от горивната матрица, а също така и на газообразни продукти на делене от топлоотделящия елемент. Оценката на основата на повреждането на горивото не зависи от състоянието на първи контур.

4.10. При изследователски реактори процентът на повреденото гориво трябва да се пресмята на основата на параметрите на енергиен реактор с топлинна мощност 3000 MW.



При събития в други съоръжения:

4.11. Ниво 5: „Събитие, водещо до голямо изхвърляне на радиоактивен материал на съоръжението (съпоставимо с изхвърлянето на разтопена активна зона) с висока вероятност от значително преоблъчване“.

4.12. Пример за авария в друго съоръжение (нереакторна авария) може да бъде тежка авария, свързана с надкритичност, или голям пожар или взрив с освобождаването на голямо количество радиоактивност на съоръжението (обекта).

При събития, свързани с ядрено гориво (включително изследователски реактори):

4.13. Ниво 4: „Събитие, водещо до изхвърляне от горивните касети на повече от приблизително 0,1% от ядрения материал в активната зона на енергиен реактор в резултат на стопяване на горивото и/или повреждане на обвивките на топлоотделящите елементи“.

4.14. Изхвърляне на повече от 0,1% от сумарното зареждане на активната зона може да има, ако става стопяване на горивото с повреждане на обвивките на топлоотделящите елементи или повреждане на значителна част (~ 10%) от обвивките, в резултат на което става изхвърляне на газообразните продукти на делене.

4.15. При изследователски реактори процентът на повреденото гориво трябва да се пресмята на основата на параметрите на енергиен реактор с топлинна мощност 3000 MW.

4.16. Повреждане или влошаване на състоянието (деградация) на топлоотделящите елементи, което не води до изхвърляне на повече от 0,1% от ядрения материал в активната зона на енергиен реактор, следва да се оценява като събитие под скалата/ниво 0 съгласно този критерий, а след това събитието следва да се оценява с прилагане на критериите за защита в дълбочина.

При събития в други съоръжения:

4.17. Ниво 4: „Събитие, включващо изхвърляне на няколко хиляди терабекерела активност от първичната защитна обвивка с висока вероятност от значително преоблъчване на населението“.

4.18. Ниво 3: „Събитие, водещо до изхвърляне на няколко хиляди терабекерела активност в зона, която не е предвидена в проекта, при което се изисква предприемането на коригиращи мерки даже в случаите на много малка вероятност от значително облъчване на населението“, или

„Събитие, в резултат на което сумарната мощност на дозата на гама- и неутронното облъчване превишава 1 Sv/h в работната (обслужваната) зона (мощността на дозата се измерва на разстояние 1 m от източника)“.

4.19. Събитията, водещи до високи мощности на дозата в зони, които не се считат за работни (обслужвани) зони, следва да се оценяват с използването на метода на защитата в дълбочина за съоръженията.

4.20. Ниво 2: „Събитие, в резултат на което сумарната мощност на дозата на гама- и неутронното облъчване превишава 50 mSv/h в работната (обслужваната) зона (мощността на дозата се измерва на разстояние 1 m от източника)“, или

„Събитие, което води до наличие на значителни количества радиоактивен материал в зони, които не са предвидени в проекта за тази цел, и изискват предприемането на коригиращи мерки“.



4.21. „Значително количество“ следва да се интерпретира като:

- а) изтичане на течен радиоактивен материал, с радиологически еквивалентна активност от порядъка на няколко десетки терабекерела молибден - 99 (^{99}Mo);
- б) изхвърляне на твърд радиоактивен материал с радиологично еквивалентна активност от порядъка на няколко терабекерела цезий - 137 (^{137}Cs), ако освен това нивата на повърхностното и аерозолното замърсяване превишават десет пъти нивата, допустими за работните зони;
- в) изхвърляне на аерозолно радиоактивно вещество вътре в зданието, в количество с радиологически еквивалентна активност от порядъка на няколко десетки гигабекерела йод - 131 (^{131}I).

ПРЕСМЯТАНЕ НА РАДИОЛОГИЧНИЯ ЕКВИВАЛЕНТ

4.22. Коефициентите на умножение за различните изотопи за определяне на радиологичния еквивалент на радиоактивното замърсяване на съоръжението са показани в Таблица 4. Фактичестката активност на изхвърлянето трябва да се умножи по този коефициент, а след това да се сравни с величините, посочени в дефинициите на всяко ниво за изотопа, който се използва за сравнение. Ако се изхвърлят няколко изотопа, то следва да се пресметне и след това да се сумира еквивалентната величина за всеки един от тях. Методът за пресмятане на тези коефициенти е изложен в Приложение №1.



РЪКОВОДСТВО

Определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС)

Таблица 4. Радиологичен еквивалент на радиоактивното замърсяване на съоръжението

Изотоп	Коефициент за аерозолно радиоактивно замърсяване на основата на еквивалентност по ^{131}I	Коефициент за твърдо радиоактивно замърсяване на основата на еквивалентност по ^{137}Cs	Коефициент за течено радиоактивно замърсяване на основата на еквивалентност по ^{99}Mo
Am-241	2000	4000	50 000
Co-60	2,0	3	30
Cs-134	0,9	1	20
Cs-137	0,6	1	12
H-3	0,002	0,003	0,03
I-131	1	2	20
Ir-192	0,4	0,7	9
Mn-54	0,1	0,2	2
Mo-99	0,05	0,08	1
P-32	0,3	0,4	5
Pu-239	3000	5000	57 000
Ru-106	3	5	60
Sr-90	7	11	140
Te-132	0,3	0,4	5
U-235(S) ^a	600	900	11 000
U-235(M) ^a	200	300	3000
U-235(F) ^a	50	90	1000
U-238(S) ^a	500	900	10 000
U-238(M) ^a	100	200	3000
U-238(F) ^a	50	100	1000
U природен	600	900	11 000
Инертни газове	Пренебрежимо малък (практически 0)	Пренебрежимо малък (практически 0)	Пренебрежимо малък (практически 0)

^a Типове на поглъщане в белите дробове: S - бавно; M - средно; F - бързо.
В случай на неопределеност се приема най-консервативното значение.



5. ОЦЕНКА НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ВЪРХУ ЗАЩИТАТА В ДЪЛБОЧИНА ПРИ СЪБИТИЯ, СВЪРЗАНИ С ИЗПОЛЗВАНЕ И ПРЕВОЗ НА ИЗТОЧНИЦИ НА ЙОНИЗИРАЩИ ЛЪЧЕНИЯ

5.1. Този раздел на ръководството разглежда събития, при които „действителни последици“ отсъстват, обаче има отказ на някои средства за осигуряване на безопасността.

5.2. Ръководните указания, представени в този раздел, се отнасят до практически дейности, свързани само с използване на източници на йонизиращи лъчения и превоз на радиоактивни материали. Указания по отношение на ускорители и съоръжения, свързани с производството и разпределението на радионуклиди или използването на източници от категория 1, са приведени в Раздел 7.

ОБЩИ ПРИНЦИПИ ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА

5.3. Ако максимално възможните последици за конкретната практическа дейност не могат да бъдат оценени по скалата на ниво, по-високо от ниво 4, то максималната оценка по критерия защита в дълбочина е ниво 2. По аналогичен начин, ако максимално възможните последици не могат да бъдат оценени на по-високо ниво от ниво 2, то максималната оценка по защитата в дълбочина съответства на ниво 1.

5.4. След определяне на най-високото ниво на оценка по защитата в дълбочина, е необходимо да бъде изяснено какви средства за осигуряване на безопасността запазват своята работоспособност. Следва също така да се отчитат възможните недостатъци в културата на безопасност, които се проявяват в оценяваното събитие.

5.5. При оценка на събитието трябва да се следват следните стъпки:

- (1) определяне на горното пределно ниво на оценка по защитата в дълбочина, изхождайки от максимално възможните последици за съответните видове практическа дейност, на основата на критериите, изложени в Раздели 3 и 4 на настоящото ръководство.
- (2) определяне на фактическата оценка по скалата ИНЕС:
 - а) първо, изхождайки от броя и ефективността на наличните средства за осигуряване на безопасността за предотвратяване, контрол и смекчаване на последиците, включително пасивните и активните бариери;
 - б) второ, изхождайки от свързаните с културата на безопасност аспекти на събитието, които могат да показват по-сериозна деградация на средствата за осигуряване на безопасността или организационните мерки.

5.6. Заедно с разглеждането на събитието по критерия защитата в дълбочина, всяко събитие също се разглежда в съответствие с критериите, изложени в Раздели 3 и 4 (ако е приложимо).

ПОДРОБНИ УКАЗАНИЯ ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА

Определяне на максимално възможните последици

5.7. Максимално възможните последици се определят с отчитане на категорията на източника на основата на активността на източника (А) и значението на D-стойността за дадения източник съгласно публикацията на МААЕ „Категоризация на радиоактивните източници” [9] и спомагателния справочен материал към нея [10]. В Приложение №3 са посочени D-стойностите от публикацията на МААЕ [9] за най-разпространените изотопи.



Ако са необходими D-стойностите за други изотопи, същите могат да бъдат намерени в спомагателния справочен материал на МААЕ [10].

5.8. В Таблица 5 са посочени оценките на максимално възможните последствия в зависимост от стойността на A/D-отношението и категорията на източника. В нея също са указани максималните оценки по въздействие на защитата в дълбочина за всяка категория на източника в съответствие с общите принципи за оценка на събитията, изложени по-горе. Фактичестката оценка ще бъде равна или по-малка от нивото, показано на долния ред на тази таблица, в случай на прилагане на указанията за оценка, посочени в следващия подраздел.

Таблица 5. Оценка на максимално възможните последствия и въздействието на защитата в дълбочина в зависимост от A/D- отношението и категорията на източника

A/D-отношение	$0,01 \leq A/D < 1$	$1 \leq A/D < 10$	$10 \leq A/D < 1000$	$1000 \leq A/D$
Категория на източника	Категория 4	Категория 3	Категория 2	Категория 1
Оценка на максимално възможните последствия за практическа дейност при отказ на всички средства за осигуряване на безопасността	2	3	4	5 ^a
Максимална оценка с използването на критериите на защитата в дълбочина	1	2	2	3

^a По-високите нива не се считат за достоверни при събития, свързани с радиоактивни източници.

5.9. D-стойността не се прилага към отработеното ядрено гориво. Обаче събития, свързани с превоз на отработено ядрено гориво, следва да се оценяват с използване на указанията, изложени в следващия подраздел за източници от категория 1.

5.10. Източниците от категория 5 не са отразени в Таблица 5 и не са включени в таблиците за оценка, тъй като те не могат да причинят непоправимо увреждане на хора. Поради това, събития свързани с откази на средствата за осигуряване на безопасността при такива източници, трябва да се оценяват само като събития под скалата/ниво 0 или на ниво 1 по въздействие върху защитата в дълбочина.

5.11. При събития, свързано с няколко източника или няколко транспортни опаковки, ако намаляването на изискванията по безопасност може да въздейства върху всички елементи, тогава следва да се отчита сумарната активност на всички елементи. Ако намаляването на изискванията по безопасност може да въздейства само върху един елемент, следва да се отчита само активността на опаковката, която е била обект на въздействие. В Приложение №3 е изложена методологията за изчисляване на обобщеното (агрегираното) значение на D-стойността.



5.12. С цел обхващане на широк диапазон от възможни събития, разглеждани в настоящото ръководство, следва да се съблюдават изложените по-долу указания, които позволяват да се отчитат максимално възможните последствия при оценка на събитията:

- ако активността е известна, следва да се определи значението на A/D-отношението като се раздели активността на радионуклида (A) на D-стойността. Полученото значение на A/D-отношението следва да се сравни с диапазоните на значението на A/D-отношението в Таблица 5 и да се определи съответстващата категория.
- ако фактическата активност не е известна, активността следва да се оцени, изхождайки от известна или измерена мощност на дозата и идентифициране на радионуклида. След това следва да се определи категорията на основата на A/D-отношението.
- ако фактическата активност не е известна и липсват резултати от измерване на мощността на дозата, категорията на източника следва да се определи на основата на всякакви налични данни за използването на източника. В Приложение № 4 са приведени примери за различно използване на източници и е посочена вероятната им категория.
- при събития, свързани с опаковки, съдържащи дялящ се материал (който не е „делящ се - освободен“ съгласно Наредбата за превоз на радиоактивни вещества [5] и Ръководството на МААЕ за безопасен превоз на радиоактивен материал [11]):
 - ако са засегнати средствата за осигуряване на безопасността, необходими за предотвратяване възникването на критичност, събитието следва да се оценява така, както за опаковка, която се явява източник от категория 1;
 - ако има отказ на средствата за осигуряване на безопасността, които не са свързани с осигуряване на безопасността по критичност, в случай на свежо гориво оценката следва да се определи на основата на фактическата активност с прилагане на A/D-отношението. При отработено гориво, като правило следва да се използва колонката за източници от категория 1, независимо от това, че фактическото значение на A/D-отношението може да бъде пресметнато и използвано, ако количеството облъчен материал (отработено гориво) е крайно малко.

Оценка с отчитане на ефективността на средствата за осигуряване на безопасността

5.13. В следващите подраздели са дадени указания по оценката на събития от различен тип, свързани с деградация на средствата за осигуряване на безопасността. Това са събития, свързани със загуба или намиране на радиоактивни източници, устройства или транспортни опаковки; събития, при които има деградация на средствата за осигуряване на безопасността, и други свързани с безопасността събития.

5.14. Във всички случаи, когато има избор от няколко оценки, на разглеждане подлежат основните последствия, свързани с културата на безопасност. В някои случаи, когато има избор от няколко оценки, е необходимо също да се разглеждат други фактори.

Отчитане на последствията, свързани с културата на безопасност

5.15. Културата на безопасност се разглежда като съставна част на защитата в дълбочина. За повишаване на оценката вследствие на недостатъчна култура на безопасност, събитието трябва да се разглежда като реален показател за недостатъците в



културата на безопасност. Примери за такива показатели могат да бъдат:

- нарушение на нормативно установените предели или условия;
- нарушение на процедурите без предварително утвърждаване;
- недостатъци в процеса на осигуряване на качеството;
- натрупване на човешки грешки;
- неспазване на правилен контрол на радиоактивните материали;
- повторение на събитието, показващо, че не са извлечени съответните уроци или не са предприел коригиращи мерки след първото подобно събитие.

Събития, свързани със загубен или намерен радиоактивен източник/устройство

5.16. Таблица 6 следва да се използва за събития, свързани с радиоактивни източници, устройства и транспортни опаковки, които са се намирали на неподходящо място, загубени, откраднати или намерени.

5.17. Загубата на радиоактивен източник, устройство или транспортна опаковка следва да се оценява с отчитане на деградацията на защитата в дълбочина. При последващо намиране на радиоактивния източник, устройството или транспортната опаковка, предишната загуба и последвалото намиране следва да се разглеждат като единично събитие. Първоначалната оценка в този случай следва да се преразгледа, и на основата на появилата се допълнителна информация може да се проведе преоценка на събитието.

5.18. В Таблица 6 намерените радиоактивни източници и намерените устройства се разглеждат заедно в една графа. За намерени радиоактивни източници се считат източниците, които нямат защита. За намерени устройства се считат откритите безстопанствени източници, които се намират все още в непокътнат защитен контейнер.

5.19. При използване на графата „намерен безстопанствен източник“ в Таблица 6, ако източникът е бил разтопен, тогава се прилага по-висока оценка. Ако източникът е бил открит преди стопяването, тогава оценката ще зависи от наличието на останалите работоспособни средства за осигуряване на безопасността.

5.26. При събития, свързани със замърсен с радиоактивни вещества метал следва да се измерва мощността на дозата и да се извършва оценка на дозите на облъчване, получена от хората в съответната зона. След това на основата на тези възможни дози се определя оценката на нивото по скалата ИНЕС.

Събития, свързани с деградация на средствата за осигуряване на безопасността

5.27. Таблица 7 следва да се прилага за събития, при които източник на йонизиращи лъчения, устройство или транспортна опаковка е налице деградация на средствата за осигуряване на безопасността. Те включват различни конструкционни средства като транспортна опаковка или корпус на източника, други системи за защита или защитна обвивка, блокировки или други устройства за осигуряване на безопасността/предупредителна сигнализация. Към тези средства също се отнасят средствата за административен контрол, като например маркировка на транспортните опаковки, транспортна документация, работни и аварийни процедури, радиационен контрол и използване на индивидуални дозиметри със сигнализация.

**Таблица 6. Оценка на събития, свързани със загубени или намерени радиоактивни източници, устройства или транспортни опаковки**

Тип на събитието	Сценарий на събитието в зависимост от категорията на източника		
	Кат. 4	Кат. 3 или кат. 2	Кат. 1
Липсващи радиоактивни източници, устройства или транспортни опаковки, впоследствие намерени неповредени в границите на контролираната зона	1	1	1
Намерени източници, устройства (включително безстопанствени източници и устройства) или транспортни опаковки	1	1 или 2 ^a	2 или 3 ^a
Загубени или откраднати радиоактивни източници, устройства или транспортни опаковки, оставащи още неоткрити	1	2	3
Загубени или откраднати радиоактивни източници, устройства или транспортни опаковки, местонахождението на които впоследствие е било установено с потвърждение, че непланирано облъчване не е имало, и при това е било прието и одобрено решение да не се изважда източника, тъй като той се намира на безопасно или недостъпно място (например под вода)	1	1	1
Неправилно доставена транспортна опаковка, но на мястото на нейното получаване се обезпечават всички процедури по радиационна безопасност, изпълнението на които се изисква при боравене с тази опаковка	0 или 1	1	1
Неправилно доставена транспортна опаковка, но на мястото на нейното получаване не се обезпечават всички процедури по радиационна безопасност, изпълнението на които се изисква при боравене с тази опаковка	1	1 или 2 ^б	2 или 3 ^б

^a Най-ниската предложена оценка е по-подходяща, когато е ясно, че някои средства за осигуряване на безопасността са останали работоспособни (например комбинация от екраниращи и заключващи устройства и предупредителни знаци).

^б По-ниската оценка може да е по-подходяща, ако на съоръжението са предвидени подходящи процедури за осигуряване на радиационната безопасност.



Таблица 7. Оценка на събития, свързани с деградация на средствата за осигуряване на безопасността

Тип на събитието	Оценка на събитието в зависимост от категорията на източника		
	Кат. 4	Кат. 3 или кат. 2	Кат. 1
А. Събития без деградация на средствата за осигуряване на безопасността			
Независимо от възможно възникване на необичайна ситуация, това събитие няма значение от гледна точка на ефективността на предвидените средства за осигуряване на безопасността.			
Типични събития от този вид са:			
- повърхностно повреждане на защитата и/или контейнера с източника, изтичане от източника, водещо до незначително повърхностно радиоактивно замърсяване и разлив с ниско ниво на радиоактивното замърсяване на хората;	1	1	1
- повърхностно повреждане на защитата и/или контейнера с източника, изтичане от източника, водещо до незначително повърхностно радиоактивно замърсяване и разлив с необичайно ниво на радиоактивно замърсяване, който има малка или нулева радиологична значимост;	0 или 1	0 или 1	0 или 1
- радиационно замърсяване в зони, които са проектирани да издържат на въздействието на такива събития;	0 или 1	0 или 1	0 или 1



Таблица 7. Оценка на събития, свързани с деградация на средствата за осигуряване на безопасността (продължение)

Тип на събитието	Оценка на събитието в зависимост от категорията на източника		
	Кат. 4	Кат. 3 или кат. 2	Кат. 1
- предвидими събития, при които процедурите за осигуряване на безопасността са ефективни в предотвратяването на непланирано облъчване и връщането към нормално състояние. Те могат да включват събития като невръщане на радиоактивни източници (напр. гама източник за промишлена радиография или източник за брахитерапия), при условие, че те са били безопасно възстановени в съответствие с аварийните процедури;	0 или 1	0 или 1	0 или 1
- няма повреждане на транспортната опаковка или има незначителни щети, няма увеличение на мощността на дозата	0 или 1	0 или 1	0 или 1
Б. Средствата за осигуряване на безопасността са частично запазени			
Отказ на едно или повече средства за осигуряване на безопасността (по каквато и да е причина), но поне едно средство за осигуряване на безопасността се е съхранило.			
Типични събития от този вид са:			
- отказ на част от инсталираната система за сигнализация или за осигуряване на безопасността, предназначена да предотврати облъчването с висока мощност на дозата;	0 или 1 ^a	1 или 2 ^a	— ^б
- неизпълнение на процедурите за осигуряване на безопасността (включително радиационния мониторинг и проверките по безопасност), при което другите налични инженерно - технически средства за осигуряване на безопасността остават работоспособни;	0 или 1 ^a	1 или 2 ^a	— ^б



Таблица 7. Оценка на събития, свързани с деградация на средствата за осигуряване на безопасността (продължение)

Тип на събитието	Оценка на събитието в зависимост от категорията на източника		
	Кат. 4	Кат. 3 или кат. 2	Кат. 1
- съществена деградация на системата на защитната обвивка или дефектна херметизация;	0 или 1 ^а	1 или 2 ^а	— ^б
- дефектна опаковка или дефектно закрепване. Неефективно функциониращи устройства, показващи вмешателство	0 или 1 ^в	0 или 1 ^в	0 или 1 ^в
В. Средствата за осигуряване на безопасността не са запазени			
Събития, характеризиращи се със съществено потенциално непланирано облъчване или създаващи съществен риск за разпространение на радиоактивно замърсяване в зони, в които няма мерки за контрол.			
Типични събития от този вид са:			
- загуба на защитата (например поради пожар или силно въздействие, в резултат на което става възможно пряко облъчване от източника);	1	1 или 2 ^г	2 или 3 ^д
- отказ на предупредителните устройства и устройствата за безопасност, при който става възможно влизането в зона с висока мощност на дозата;	1	1 или 2 ^г	2 или 3 ^д
- отказ на средствата за контрол на излъчването, при който другите средства за осигуряване на безопасността не са запазени или всички са отказали (например не може да се провери, че гама-източниците са напълно прибрани след извършване на радиографски контрол);	1	1 или 2 ^г	2 или 3 ^д
- събитие, при което източникът остава случайно излъчващ (открит) и при това липсват ефективни процедури за справяне със ситуацията или когато такива процедури се игнорират;	1	1 или 2 ^г	2 или 3 ^д



Таблица 7. Оценка на събития, свързани с деградация на средствата за осигуряване на безопасността (продължение)

Тип на събитието	Оценка на събитието в зависимост от категорията на източника		
	Кат. 4	Кат. 3 или кат. 2	Кат. 1
- опаковка, за която е открито нарушение или отсъствие на защита, при което съществува значителна потенциална опасност от облъчване	1	1 или 2 ^Г	2 или 3 ^Д

^а Правилна може да бъде по-ниска оценка, ако са се запазили работоспособни няколко средства за осигуряване на безопасността и отсъстват съществени последствия, свързани с културата на безопасност. Ако по същество се запазва само едно ниво на защита, следва да се прилага по-висока оценка.

^б Оценката на събития, свързани с частична деградация на средствата за осигуряване на безопасността при случаи с източници от категория 1, монтирани в съоръжения, следва да се провежда с прилагането на метода на нивата на защита, който е изложен в Раздел 7. Други събития, свързани с източници от категория 1, следва да се оценяват на ниво 1 или 2, при това най-ниската оценка ще бъде по-правилна, ако се запазват работоспособни няколко средства за осигуряване на безопасността и отсъстват съществени последствия, свързани с културата на безопасност.

^в Правилна ще бъде по-висока оценка, с изключение на случаите, когато нивото на деградация е много ниско.

^г Максимално възможните последствия в случай на източник от категория 3, монтиран стационарно в съоръжение, не може да бъде по-висока от ниво 2. Затова за събития с такива съоръжения максималната оценка по въздействието върху защитата в дълбочина следва да се определя на ниво 1.

^д Ниво 3 ще бъде правилно само в случай, когато максималните потенциални последствия могат да бъдат по-големи от ниво 4. Съоръжения, в които се използват източници от категория 1, следва да се оценяват с прилагане на указанията, изложени в Раздел 7. Съгласно тези указания оценка на ниво 3 може да бъде дадена само в случай на потенциална възможност за разсейване (дисперсия) на радиоактивен материал. Ако събитието е свързано само с деградация на средствата за осигуряване на безопасността, които предотвратяват преоблъчването на персонала, оценката съгласно тези указания ще бъде на ниво 2.

Други събития, свързани с безопасността

5.28. Таблица 8 следва да се прилага при други събития, свързани с безопасността, които не са обхванати от предишните таблици.

Таблица 8. Оценка на други събития, свързани с безопасността

Тип на събитието	Оценка на събитието в зависимост от категорията на източника		
	Кат. 4	Кат. 3 или кат. 2	Кат. 1
В резултат на единично събитие лице от населението получава доза, която превишава пределно допустимата годишна доза.	1	1	1
Работниците или лицата от населението получават сумарни дози на облъчване, които превишават пределно допустимата годишна доза.	1	1	1
Липса или сериозни недостатъци на регистрационните записи, като инвентарни списъци на източници, схеми за организация на дозиметричния контрол.	1	1	1
Изхвърляния на радиоактивност в околната среда, превишаващи разрешените лимити.	1	1	1
Неспазване на условията на лицензията или разрешението при превоз.	1	1	1
Неадекватен радиологичен контрол на превоза.	0 или 1 ^a	0 или 1 ^a	0 или 1 ^a
Радиоактивно замърсяване на опаковките/превозните средства, което има малко или никакво радиологично значение.	0 или 1	0 или 1	0 или 1



Таблица 8. Оценка на други събития, свързани с безопасността (продължение)

Тип на събитието	Оценка на събитието в зависимост от категорията на източника		
	Кат. 4	Кат. 3 или кат. 2	Кат. 1
Радиоактивно замърсяване на опаковките/превозните средства, при което измерванията разкриват прекомерно радиоактивно замърсяване, превишаващо пределно допустимото, и съществува потенциална възможност от радиоактивно замърсяване на населението.	1	1	1
Некоректни или липсващи транспортни документи, етикети на опаковките или предупредителни знаци на транспортното средство. Некоректна или липсваща маркировка на опаковките.	0 или 1	0 или 1	0 или 1
Наличие на радиоактивен материал в предполагаемо празна опаковка.	1	1 или 2 ^б	1, 2 или 3 ^б
Радиоактивния материал е поставен в опаковъчния комплект неправилно или в неподходяща опаковка.	0 или 1	1 или 2 ^в	2 или 3 ^в

^а При определяне на оценката трябва да се отчита степента на неадекватност на контрола, както и всякакви последици, свързани с културата на безопасност.

^б При избора на оценка следва да се отчита наличието на работоспособни средства за осигуряване на безопасността даже в случаите, когато опаковката се е очаквало да бъде празна.

^в По-висока оценка във всяка категория отразява ситуации, при които може с достатъчно основание да се предположи, че неправилен или неподходящ опаковъчен комплект може да доведе до непреднамерено облъчване.

6. ОЦЕНКА НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ВЪРХУ ЗАЩИТАТА В ДЪЛБОЧИНА ПРИ СЪБИТИЯ В ЕНЕРГИЙНИ РЕАКТОРИ ПРИ РАБОТА НА МОЩНОСТ

6.1. Този раздел на ръководството е посветен на събития в енергийни реактори, при които отсъстват „действителни последици“, но някои от средствата за осигуряване на безопасността са отказали.

6.2. Този раздел се отнася конкретно за оценка на събития в енергийни реактори при работа на мощност, но следва също да се прилага и за оценка на събития, които са възникнали при спрян реактор в горещо състояние или при пуск на реактор. Събития при спрян реактор в студено състояние следва да се оценяват с използване на указанията, изложени в Раздел 7.

6.3. Подходът за определяне на нивото на събитието по скалата ИНЕС се основава на оценка на вероятността от прерастване на събитието в авария. „Базовото ниво за оценка по



ИНЕС“ се определя, изхождайки от броя и ефективността на работоспособните средства за осигуряване на безопасността.

6.4. С цел отчитане на основните „допълнителни фактори“ следва да се разглежда също възможното повишаване на „базовото ниво“ с една степен. Разглежданите фактори включват откази по обща причина, процедурни несъответствия и недостатъци в културата на безопасност.

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА БАЗОВОТО НИВО С ОТЧИТАНЕ НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА СРЕДСТВАТА ЗА ОСИГУРЯВАНЕ НА БЕЗОПАСНОСТТА

6.5. Оценката на средствата за осигуряване на безопасността при събития, свързани с реактори при работа на мощност, се основава на разглеждане на изходни събития, функции на безопасност и системи за безопасност.

6.6. Изходно събитие предизвиква системите за безопасност и изисква изпълнението на техните функции. По принцип са възможни два типа събития, влияещи на състоянието на защитата в дълбочина:

- (1) изходно събитие, което изисква действие на определени системи за безопасност;
- (2) влошаване на работоспособността на една или повече системи за безопасност без настъпване на изходно събитие.

6.7. В първия случай оценката на събитието зависи главно от степента на влошаване на работоспособността на функцията на безопасност. Оценката обаче зависи и от очакваната честота на възникване на конкретното изходно събитие, което се е случило.

6.8. Във втория случай няма реално отклонение от нормалната експлоатация, но наблюдаваното влошаване на работоспособността на функцията на безопасност би могло да доведе до значителни последствия, ако действително е възникнало едно от изходните събития, за които са предвидени деградиралите системи за безопасност. В този случай оценката на събитието също ще зависи от:

- очакваната честота на възникване на потенциалното изходно събитие;
- готовността на съответната функция на безопасност, гарантирана от работоспособността на определени системи за безопасност.

6.9. Процедурата за оценка позволява да се изясни дали се е изисквало да се задейства функцията на безопасност (т.е. случило ли се е изходно събитие), каква е била предполагаемата вероятност за възникване на изходното събитие и каква е била работоспособността на съответните функции на безопасност.

6.10. Основния подход за оценка на събитията е да се определи честотата (вероятността) на възникване на съответните изходни събития и работоспособността на засегнатите функции на безопасност. След това се използват две таблици (Таблица 9 и Таблица 10) за да се определи подходящото базово ниво.

Определяне на честотата (вероятността) на възникване на изходните събития

6.11. Избрани са четири различни категории за честотата (вероятността):

(1) Очаквани: Тази категория обхваща изходни събития, които се очаква да се случат един или няколко пъти за целия срок на експлоатация на съоръжението (т.е. $> 10^{-2}$ /год).

(2) Възможни: Изходни събития, които не се очакват, но тяхната предполагаема



честота (f) за времето на жизнения цикъл на съоръжението е повече от около 1% (т.е. $10^{-4} < f < 10^{-2}/\text{год}$).

(3) Малко вероятни: Изходни събития, които са взети под внимание в проекта на съоръжението и които са по-малко вероятни от предишните ($\leq 10^{-4}/\text{год}$).

(4) Надпроектни: Изходни събития с много ниска честота, които като правило не са включени в анализа на безопасността на съоръжението. Ако все пак са предвидени системи за защита от такива изходни събития, то не е задължително тези системи да имат същото ниво на резервиране или разнообразие, както мерките за защита от проектните изходни събития.

6.12. Типични примери за проектни изходни събития, които са били използвани за реакторите с топлоносител и забавител вода под налягане, са представени в Приложение №5, които са категоризирани в съответствие с използваните по-рано категории на честотата (вероятността) на тяхното възникване. Тези примери могат да служат като справочен материал в процеса на оценката.

Работоспособност на функциите на безопасност

6.13. Изпълнението на трите основни функции на безопасност се осигурява от пасивни системи (такива като физически бариери) и от активни системи (такива като системата за управление и защита на реактора). При оценка на събитията е важно да се разглежда работоспособността на функцията на безопасност, а не работоспособността на отделните системи, които я осигуряват.

6.14. Работоспособността (готовността) на всяка система за безопасност се регламентира от експлоатационните предели и условия (ЕПУ), които са включени в технологичните регламенти (ТР) за експлоатация.

6.15. При оценка на събитията се разглеждат четири степени на работоспособност:

А. Пълна: Всички системи за безопасност и компоненти, които са предвидени в проекта за случай на конкретно изходно събитие с цел ограничаване на неговите последици, са напълно работоспособни (т.е. осигурени са тяхната резервираност и разнообразие).

Б. Минимално изисквана от ЕПУ (ТР): Минимално ниво на работоспособност на всяка от системите за безопасност, които трябва да осигуряват съответната функция на безопасност, при което работата на мощност на реактора може да продължи (по възможност за ограничен период от време), както това е определено в ЕПУ.

В. Достатъчна: Нивото на работоспособност поне на една от системите за безопасност, които трябва да осигуряват съответната функция на безопасност, е достатъчно за изпълнение на конкретната функция на безопасност за разглежданото изходно събитие.

Г. Недостатъчна: Работоспособността на системите за безопасност е такава, че нито една от тях не може да изпълни функцията на безопасност при разглежданото изходно събитие.

Оценка на базовото ниво на събития с реално изходно събитие

6.16. За да се получи базовото ниво на оценка по скалата, е необходимо преди всичко да се реши дали действително е било необходимо действие на системите за безопасност (настъпило ли е реално изходно събитие).

6.17. За събития, включващи потенциални откази, които могат да доведат до изходно



събитие (например откриване на структурни дефекти или малки течове), се прилага аналогичен подход, но в този случай също е необходимо да се взема под внимание вероятността от възникване на потенциално изходно събитие.

Основа на оценката

6.18. Оценките на събитията с реални изходни събития са показани в Таблица 9.

6.19. Ако функцията на безопасност е *недостатъчна*, то ще настъпи авария и тя трябва да бъде оценявана на основата на действителните последствия. Такава оценка може да надхвърли ниво 3. От гледна точка на въздействието върху защитата в дълбочина обаче ниво 3 представлява най-високата оценка. Такава ситуация отразява оценка 3+ в Таблица 9.

6.20. Ако функцията на безопасност е *достатъчна*, тогава ниво 3 е подходящо, защото последващ отказ ще доведе до авария. Обаче в някои други случаи, даже когато работоспособността е по-ниска от изискваната от ЕПУ, тя може да бъде значително по-голяма от *достатъчна*, особено в случаите на *очаквани* изходни събития, доколкото и в тези случаи в ЕПУ често се предвиждат мерки за осигуряване на резервираност и разнообразие. Затова в Таблица 9 за *очаквани* изходни събития и *достатъчна* функция на безопасност е посочено ниво 2 или 3, и изборът зависи от степента, до която работоспособността е по-голяма от само *достатъчна*. В случай на *малко вероятни* изходни събития работоспособността, изисквана от ЕПУ, вероятно ще бъде само *достатъчна*, и следователно като цяло ниво 3 ще съответства на *достатъчна* работоспособност. Обаче може да има конкретни изходни събития, за които е предвидено резервиране, и затова в Таблица 9 е посочено ниво 2 или 3 за всички вариации на честотата на възникване на изходните събития.

6.21. При *пълна* работоспособност на функцията на безопасност и *очаквано* изходно събитие оценката трябва да бъде събитие „под скалата/ниво 0“, както е показано в Таблица 9. Обаче при възникване на *възможно* или *малко вероятно* изходно събитие, въпреки че може да е предвидена значителна степен на резервираност на системите за безопасност, това представлява всъщност отказ на един от важните компоненти на защитата в дълбочина, а именно предотвратяване възникването на изходни събития. Поради тази причина Таблица 9 показва ниво 1 за *възможни* изходни събития и ниво 2 за *малко вероятни* изходни събития.

6.22. Ако работоспособността на функциите на безопасност е *минимално изисквана от ЕПУ*, тогава в някои случаи при *възможни* и особено при *малко вероятни* изходни събития няма да е осигурено допълнително резервиране. Затова нива 2 и 3 са подходящи в зависимост от оставащото резервиране. За *очаквани* изходни събития се осигурява допълнително резервиране, и поради това се прилага по-ниска оценка по скалата. В Таблица 9 са показани нива 1 или 2, и отново избора на оценката зависи от допълнителното резервиране за съответната функция на безопасност. Когато работоспособността на функцията на безопасност е по-голяма от *минимално изискваната от ЕПУ*, но е по-малка от *пълна*, може да се осигурява значителна степен на резервиране и разнообразие за *очакваните* изходни събития. В такива случаи по-правилна е оценката „събитие под скалата/ниво 0“.



Таблица 9. Събития с реално изходно събитие

Работоспособност на функцията на безопасност	Честота за поява на изходното събитие		
	(1) Очаквано	(2) Възможно	(3) Малко вероятно
А Пълна	0	1	2
Б Минимално изисквана от експлоатационните предели и условия (ЕПУ)	1 или 2	2 или 3	2 или 3
В Достатъчна	2 или 3	2 или 3	2 или 3
Г Недостатъчна	3+	3+	3+

Процедура за оценка

6.23. Събитията следва да се оценяват като се използва следната процедура:

- (1) Определете изходното събитие, което се е случило.
- (2) Определете категорията на изходното събитие съгласно честотата му за поява. При избора на подходящата категория следва да се изхожда от честотата, която е била приета в анализа на безопасността на съоръжението.
- (3) Определете категорията на работоспособността (готовността) на функциите на безопасност, действието на които е било предизвикано от изходното събитие.
 - а) важно е да се разглеждат само тези функции на безопасност, действието на които се изисква от изходното събитие. Ако е открита деградация на други системи за безопасност, тя трябва да се оценява от съгласно указанията за *събития без реално изходно събитие*, изложени в т.т. 6.25÷6.34.
 - б) при оценка на съответствието на работоспособността с изискванията на ЕПУ трябва да се вземат предвид изискванията за работоспособност преди събитието.
 - в) ако работоспособността съответства на изискванията на ЕПУ, но също така е *достатъчна*, трябва да се използва категорията на работоспособност В, тъй като няма допълнително резервиране (виж т. 6.15. В.).
- (4) Определете категорията на честотата, с която се характеризира даденото изходно събитие.
 - а) ако работоспособността на функцията на безопасност е *достатъчна* (т.е. още един отказ може да доведе до авария), тогава ниво 3 е подходящо.
 - б) в комбинация Б1 на Таблица 9 правилният избор ще бъде по-ниско ниво, ако се запазва значителна степен на резервиране и/или разнообразие.
 - в) в проектите на някои реактори е предвидено осигуряването на голям запас на резервиране/разнообразие за *очакваните* изходни събития. Ако работоспособността на функцията на безопасност е значително по-голяма от *минимално изискваната от ЕПУ (ТР)*, но е малко по-малка от *пълна*, то по-подходяща е оценката „събитие под скалата/ниво 0“.

6.24. Надпроектните изходни събития не са включени като отделен елемент в Таблица 9. Ако такова изходно събитие се е случило, то след него може да последва авария, изискваща оценка на основата на действителните последствия. Ако то не се е случило, тогава правилна ще бъде оценката по въздействие върху защитата в дълбочина на ниво 2 или 3, в зависимост от степента на резервиране на системите, осигуряващи защита.



Оценка на базовото ниво на събития без реално изходно събитие

6.25. За да се получи базовото ниво е необходимо преди всичко да се прецени дали фактически е било необходимо действие на системите за безопасност. Ако това е така, следва да се ползват указанията, посочени в т.т. 6.16÷6.24; в противен случай е необходимо да се следват указанията на настоящия подраздел.

6.26. За събития, които включват потенциални откази, които могат да доведат до неработоспособност на системи за безопасност, се прилага аналогичен подход, но при това е необходимо да се взема под внимание вероятността от възникване на неработоспособност на системи за безопасност.

Основа на оценката

6.27. Оценките на събитията без реални изходни събития са показани в Таблица 10.

6.28. Оценката на събитието ще зависи от степента на деградация на функциите на безопасност и от вероятността за възникване на изходното събитие, за което те са предназначени. Ако периода на деградация е много кратък, може да е подходяща оценката на ниво, което е по-ниско от предвиденото в Таблица 10.

6.29. При *недостатъчна* работоспособност на функцията на безопасност аварията се предотвратява само защото изходното събитие не настъпва. В такъв случай, ако функцията на безопасност се изисква за *очаквани* изходни събития, е подходящо ниво 3. Ако *недостатъчната* функция на безопасност се изисква само за *възможни* или *малко вероятни* изходни събития, явно е подходящо по-ниско ниво, тъй като вероятността от авария е много по-ниска. Затова в Таблица 10 е посочено ниво 2 за *възможни* изходни събития и ниво 1 за *малко вероятни* изходни събития.

6.30. Избраното ниво трябва да бъде по-ниско, когато функцията на безопасност е *достатъчна*, отколкото в случай, когато тази функция е *недостатъчна*. По този начин, ако функцията се изисква за *очакваните* изходни събития и работоспособността е просто *достатъчна*, ниво 2 на оценката е подходящо. Обаче в някои случаи работоспособността на функцията на безопасност може да бъде значително по-голяма от просто *достатъчна*, но при това тя да не е в рамките на ЕПУ (ТР). Това е така, защото в случай на работоспособност, която е *минимално изисквана от ЕПУ*, често се предвиждат мерки по осигуряване на резервиране и/или разнообразие спрямо някои *очаквани* изходни събития. В такива ситуации ниво 1 би било по-подходящо. По този начин Таблица 10 показва избор на ниво 1 или 2. Подходящото ниво следва да бъде избрано в зависимост от запазените средства за осигуряване на резервиране и/или разнообразие.

6.31. Ако функцията на безопасност се изисква за *възможни* или *малко вероятни* изходни събития, тогава намаляване с една степен от нивото, получено по-горе за *недостатъчна* работоспособност дава ниво 1 за *възможни* изходни събития и оценка „под скалата/ниво 0“ за *малко вероятни* изходни събития. Не е правилна оценката „под скалата/ниво 0“ при намаляване на работоспособността на системите за безопасност под необходимата работоспособност съгласно ЕПУ. Затова в Таблица 10 е показана ниво 1 на оценката както за *възможни*, така и за *малко вероятни* изходни събития.

6.32. Ако работоспособността на функцията на безопасност е *пълна* или *минимално изисквана от ЕПУ*, съоръжението остава в рамките на параметрите за безопасна експлоатация и оценката „под скалата/ниво 0“ е подходяща за всички честоти на изходните събития. Затова оценката „под скалата/ниво 0“ е показана в редове А и Б на Таблица 10.



Таблица 10. Събития без реално изходно събитие

Работоспособност на функцията на безопасност	Честота поява на изходното събитие		
	(1) Очаквано	(2) Възможно	(3) Малко вероятно
А Пълна	0	0	0
Б Минимално изисквана от експлоатационните предели и условия (ЕПУ)	0	0	0
В Достатъчна	1 или 2	1	1
Г Недостатъчна	3	2	1

Процедура за оценка

6.33. Събитията следва да се оценяват като се използва следната процедура:

(1) Определете категорията на работоспособност на функцията на безопасност:

- ако работоспособността е *достатъчна* и удовлетворява изискванията на ЕПУ, трябва да се използва категория Б за работоспособност.
- работоспособността на функцията на безопасност може да бъде по-малка от *пълна*, но повече от *минимална изисквана от ЕПУ*, или системата като цяло може да е работоспособна, но да е във влошено състояние поради загуба на сигнали (показания). В такива случаи трябва да се използват съответните категории, за да се определи възможният диапазон на оценката, която се определя чрез експертна преценка.

(2) Определете категорията на честотата на поява на изходното събитие, за което се изисква функцията на безопасност.

- ако има повече от едно изходно събитие, тогава всяко от тях трябва да бъде разгледано и трябва да се използва това, което дава най-високата оценка.
- ако честотата лежи на границата между две категории, и двете категории могат да бъдат използвани за определяне на възможния диапазон на оценка, и тогава отново ще е необходима експертна преценка.
- за системите, които са специално предвидени за защита от опасности, такава опасност следва да се разглежда като изходно събитие.

(3) Оценката на събитието трябва да се определи от Таблица 10.

- ако периодът на неработоспособност е бил много кратък в сравнение с интервала между изпитванията на компонентите на системата за безопасност, следва да се разгледа намаляване на базовото ниво на събитието.
- при комбинация В1 на Таблица 10, където е даден избор на оценка, изборът трябва да се основава на това дали работоспособността е само *достатъчна* или дали все още съществува резервиране и/или разнообразие за разглежданото изходно събитие.

6.34. *Надпроектните* изходни събития не са включени като отделен елемент в Таблица 10. Ако работоспособността на засегнатата функция на безопасност е по-малка от *минимално изискваната от ЕПУ (ТР)*, ниво 1 е подходящо. Ако работоспособността е



в рамките на изискванията на ЕПУ или ЕПУ не предвиждат никакви ограничения за работоспособността на системата, е подходяща оценката „под скалата/ниво 0“.

Потенциални събития (включително структурни дефекти)

6.35. Някои събития сами по себе си не водят до изходно събитие или влошаване на работоспособност на системата за безопасност, но увеличават вероятността за възникване на такова събитие. Значимостта на потенциалното събитие трябва да се оцени, като се приеме, че то действително се е случило и се приложат указанията, представени в т.т. 6.16÷6.24 или 6.25 - 6.34, с отчитане на работоспособността на средствата за осигуряване на безопасността. След това оценката трябва да бъде намалена в зависимост от вероятността потенциалното събитие да възникне в резултат на действителното събитие. Нивото, до което оценката следва да бъде намалена, се основава на експертна преценка.

6.36. Един от най-разпространените примери за потенциални събития - това е откриването на структурни дефекти. Ако размерът на дефекта е в рамките на допустимото, тогава се прилага оценка „под скалата/ниво 0“.

6.37. Ако събитието е откриване на дефект, по-голям от очаквания, то при оценката на събитието трябва да вземат предвид следните два фактора:

- (1) Оценката на потенциалното събитие следва да се определи, като се приеме, че дадения дефект е довел до отказ на компонент, и да се приложат указанията, представени в т.т. 6.16÷6.24 или 6.25÷6.34 от предишните два подраздела. Ако дефектът е открит в система за безопасност, то базовата оценка на потенциалното събитие се определя чрез прилагане на указанията, представени в т.т. 6.25÷6.34. При това е възможно да се наложи да се отчете вероятността за отказ по обща причина. Ако отказа на компонента, имащ дефект, е могъл да предизвика изходно събитие, тогава базовата оценка на потенциалното събитие се определя чрез прилагането на указанията, представени в т.т. 6.16÷6.24. Въпреки че дефектът може да е бил открит по време на спрян реактор, неговата важност за безопасността трябва да се има предвид за периода от време, през който е вероятно дефекта да е съществувал.
- (2) Оценката на потенциалното събитие, получена по този начин, следва да се коригира в зависимост от вероятността дефектът да е довел до отказ на компонента, и също като се вземат предвид допълнителните фактори, които са разгледани в т.т. 6.29÷6.50 на следващия подраздел.

Събития под скалата/ниво 0

6.38. По принцип събитията трябва да бъдат оценени „под скалата/ниво 0“ само ако прилагането на процедурите, описани по-горе, не води до по-висока оценка. При условие, че не е приложим никой от допълнителните фактори, следните типове събития са типични за тези, които ще бъдат категоризирани като „под скалата/ниво 0“:

- нормално протичащо бързо спиране на реактора;
- лъжливо задействане на системите за безопасност, последвано от нормално връщане в експлоатация, без да се засяга безопасността на съоръжението;
- изтичане на топлоносител с обем, който е по-малък от допустимия от ЕПУ;
- единични откази или неработоспособност на компоненти в резервирана система, открити при планирана периодична проверка или изпитване.

РАЗГЛЕЖДАНЕ НА ДОПЪЛНИТЕЛНИТЕ ФАКТОРИ

6.39. Към основните допълнителни фактори се отнасят:



- откази по обща причина;
- несъответствия на процедурите;
- недостатъци в културата на безопасност.

6.40. Когато се разглежда повишаването на базовата оценка, е необходимо да се вземат под внимание следните аспекти:

- (1) Като се отчитат всички допълнителни фактори, оценката на събитието може да се увеличи само с едно ниво.
- (2) Някои от горните фактори може вече да са били включени в базовата оценка.
- (3) Събитието не може да бъде оценено по-високо от ниво 3 и тази горна граница за защитата в дълбочина трябва да се прилага само за онези ситуации, при които ако се е случило още едно събитие, би настъпила авария.

Откази по обща причина

6.41. Отказът по обща причина може да причини отказ на резервирани компоненти или устройства, предназначени да изпълняват една и съща функция на безопасност.

6.42. Събития, свързани със затруднения при експлоатацията на някои системи в резултат на отсъстваща или невярна информация, също могат да се разглеждат от гледна точка на повишаване на оценката вследствие на отказ по обща причина.

Несъответствия на процедурите

6.43. Вследствие на прилагането на неадекватни процедури, могат да бъдат подложени на едновременно въздействие няколко нива на защита на защитата в дълбочина. Поради това такива несъответствия на процедурите също са възможна причина за повишаване на базовата оценка.

6.44. Примери за несъответствия на процедурите могат да бъдат:

- неправилни или недостатъчни инструкции, дадени на експлоатационния персонал за справяне със събитие;
- недостатъци в програмата за контрол, проявяващи се в нарушения, които не са били открити от нормалните процедури; или периоди на неготовност на системата/оборудването, значително надхвърлящи интервала на изпитване.

Недостатъци в културата на безопасност

6.45. Ако се установи, че готовността на системата е по-ниска от тази, определена за категория Б (например след регламентно изпитване), но реакторът е приведен в безопасно състояние в съответствие с Технологичния регламент, събитието следва да се оцени, както е описано в т.т. 6.16÷6.24 и 6.25÷6.34, но базовата оценка не трябва да се увеличава, тъй като са спазени изискванията на Технологичния регламент.

6.46. Ако работоспособността на функцията на безопасност е в рамките на определената за категория Б, но експлоатационният персонал остава повече от разрешеното време (което е определено в ТР) в този режим на готовност, базовата оценка е ниво 0, но оценката следва да бъде увеличен до ниво 1 поради недостатъци в културата на безопасност.

6.47. Също така, ако експлоатационният персонал предприеме съзнателни действия, които водят до това, че експлоатационната готовност на съоръжението е в нарушение на ЕПУ, трябва да се увеличи базовата оценка на събитието поради проблеми с културата на безопасност.

**РАБОТНИ ПРИМЕРИ ЗА ОЦЕНКА ВАЖНОСТТА НА СЪБИТИЯ В ЕНЕРГИЙНИ РЕАКТОРИ ПО СКАЛАТА ИНЕС (НИВО 0 И НИВО 1)**

6.48. Представени са примери за оценка на събития от ниво 0 и ниво 1 по скалата ИНЕС, които най-често се срещат при енергийни реактори при работа на мощност.

Пример 1: Задействане на аварийната защита на реактора, предизвикано от падане на регулиращ орган на СУЗ - събитие под скалата/ниво 0*Описание на събитието*

Енергоблокът е работел на номинална мощност. При преместване на група органи на СУЗ, което се провежда в рамките на периодичните изпитвания на регулиращите органи на СУЗ, реакторът е бил заглушен от аварийната защита по сигнал „висока отрицателна скорост на изменение на неутронния поток в енергийния диапазон“. Това е предизвикало също автоматично изключване на турбината и на генератора.

Веднага е било преустановено движението на групата органи СУЗ и е било проверено тяхното положение по показанията на приборите. Оказало се е, че четири регулиращи органа на СУЗ от групата, на която са се провеждали изпитвания, са паднали преди заглушаването на реактора от аварийната защита.

Сигналът за висока отрицателна скорост на изменение на неутронния поток е бил предназначен за защита на приборите от отказ, а не за защита на от откази, предвидени в проектните основи.

Проверката на схемите за управление на приводите на СУЗ е показала, че причина за неизправността е била дефектна печатна платка.

Неизправната платка е била заменена с резервна платка и е бил възстановен нормалния режим на експлоатация след проверка на схемите за управление на приводите на СУЗ.

Обяснение за оценката на събитието

Критерий (раздел/точка)	Обяснение
Р. 3. и 4. Действителни последствия:	Не са настъпили действителни последствия от събитието.
т. 6.11. Честота на поява на изходното събитие:	Случайно падане на регулиращи органи СУЗ не предизвиква задействане на функции по безопасност и по тази причина не се явява изходно събитие. Задействането на аварийната защита на реактора е изходно събитие (честота на поява – очаквана).
т. 6.15. Работоспособност на функцията на безопасност:	Функцията на безопасност „охлаждане на горивото“ е била <i>пълна</i> .
т. 6.16. Базово ниво на оценката:	Имало е реално изходно събитие. Подходящо е да се използва пункт А(1) от Таблица 9, което дава базово ниво - Под скалата/Ниво 0.
т. 6.39. Допълнителни фактори:	Няма основания за повишаване на оценката.
Обща оценка:	Под скалата/Ниво 0.

**Пример 2: Падане на горивна касета по време на презареждане на горивото – Ниво 1***Описание на събитието*

След изваждането на нова горивна касета от нейната клетка при изпълнение на операции по презареждане на горивото е настъпило самопроизволно движение на телескопичната щанга на презареждащата машина, в резултат на което свежата горивна касета е заседнала върху централната тръба на транспортния контейнер със свежи горивни касети. Съответните блокировки са се включили и не е възникнала повреда или разгерметизация на горивото.

Обяснение за оценката на събитието

Критерий (раздел/точка)	Описание
Р. 3. и 4. Действителни последствия:	Не са настъпили действителни последствия от събитието.
т. 6.11. Честота на поява на изходното събитие:	Въпреки че събитието е засегнал само необлъчено (свежо) гориво, то би могло да се случи и с облъчено (отработено) гориво. Падането на една горивна касета се определя като <i>възможно</i> изходно събитие.
т. 6.15. Работоспособност на функцията на безопасност:	Системите за безопасност са били напълно работоспособни.
т. 6.16. Базово ниво на оценката:	Имало е реално изходно събитие. Подходящо е да се използва пункт А(2) от Таблица 9, което дава базово ниво - Ниво 1. Прилагането на т.7.27 (осмо тире) дава същото базово ниво.
т. 6.39. Допълнителни фактори:	Няма основания за повишаване на оценката.
Обща оценка:	Ниво 1.

Пример 3: Неточно калибриране на локалните детектори за превишаване на мощността на реактора – ниво 1*Описание на събитието*

По време на регламентно калибриране на локалните детектори на системата за аварийна защита на реактора по сигнал за превишаване на мощността на реактора (А3 1 и А3 2) е бил използван неправилен коефициент за калибриране. Бил е избран коефициент за мощност 96%, въпреки че реакторът е работил на 100% мощност. Тази грешка в калибровката е била открита приблизително след 6 часа, след което всички детектори са били калибрирани отново за режим на работа на пълна мощност. Поради това в течение на около 6 часа е била понижена ефективността на аварийната защита на реактора (А3 1 и А3 2) по този параметър. Благодарение на резервирането постоянно е оставал ефективен втори параметър на аварийната защита, осигуряващ бързо заглушаване на реактора.



РЪКОВОДСТВО

Определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС)

Обяснение за оценката на събитието

Критерий (раздел/точка)	Описание
Р. 3. и 4. Действителни последствия:	Не са настъпили действителни последствия от събитието.
т. 6.11. Честота на поява на изходното събитие:	Не е имало реално изходно събитие. Защитата на реактора се е изисквала за <i>очаквани</i> изходни събития.
т. 6.15. Работоспособност на функцията на безопасност:	Работоспособността на аварийната защита е била намалена. Тази работоспособност е била по-малка, отколкото <i>минимално изискваната от ЕПУ (ТР)</i> , но по-голяма от само <i>достатъчна</i> благодарение на резервирането, тъй като е останал ефективен втори параметър за задействане на аварийната защита, осигуряващ бързо заглушаване на реактора. Освен това, в най-лошия случай защитата е могла да бъде осигурена и от неправилно калибрираните детектори.
т. 6.25. Базово ниво на оценката:	Не е имало реално изходно събитие. Подходящо е да се използва пункт С(1) от Таблица 10, което дава базово ниво - Ниво 1 или Ниво 2. Избрано е Ниво 1, тъй като работоспособността се е запазила на значително по-високо ниво, отколкото само <i>достатъчна</i> .
т. 6.39. Допълнителни фактори:	Относно възможното коригиране на базовото ниво на оценката, може да бъде отчетено, че грешката при калибровката на детекторите е съществувала за кратко време. Но от друга страна е имало недостатък на процедурата. Затова е било решено да остане Ниво 1.
Обща оценка:	Ниво 1.

Пример 4: Отказ на канал на система за безопасност по време на планово изпитване – ниво 1

Описание на събитието

Енергоблокът е работел на номинална мощност. По време на регламентни изпитания на един дизел-генератор е отказала неговата система за управление. Дизел-генераторът е бил изведен от експлоатация за ремонт в продължение на около 6 часа. В случай на извеждане от експлоатация на един дизел-генератор, Технологичният регламент изисква да бъдат проверени (изпитани) другите два канала на системата за безопасност. Такова изпитване не е било проведено в този период. По-късно другите канали на системата за безопасност са били проверени и са се оказали работоспособни.

*Обяснение за оценката на събитието*

Критерий (раздел/точка)	Описание
Р. 3. и 4. Действителни последствия:	Не са настъпили действителни последствия от събитието.
т. 6.11. Честота на поява на изходното събитие:	Не е имало реално изходно събитие. Дизел-генераторите биха били необходими при загуба на външно електрозахранване (очаквано събитие).
т. 6.15. Работоспособност на функцията на безопасност:	Работоспособността е била не по-малка, отколкото <i>минимално изискваната от ЕПУ (ТР)</i> , доколкото са оставали два работоспособни канала. Проведените допълнителни изпитвания са потвърдили експлоатационната готовност на двата канала.
т. 6.25. Базово ниво на оценката:	Не е имало реално изходно събитие. Подходящо е да се използва пункт В(1) от Таблица 10, което дава базово ниво - Под скалата/Ниво 0.
т. 6.47. Допълнителни фактори:	Операторите без никакви основания са нарушили Технологичния регламент, поради което оценката на събитието е била повишена до Ниво 1.
Обща оценка:	Ниво 1.

7. ОЦЕНКА НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ВЪРХУ ЗАЩИТАТА В ДЪЛБОЧИНА ПРИ СЪБИТИЯ В ДРУГИ СЪОРЪЖЕНИЯ

7.1. В този раздел са разгледани събития, при които няма „действителни последствия“, но има отказ на някои от средствата за осигуряване на безопасността.

7.2. Указанията в този раздел се отнасят за всички събития в съоръжения от ядрения горивен цикъл, изследователски реактори, ускорители, и за събития, свързани с откази на средствата за осигуряване на безопасност в съоръжения, включващи производството и разпределението на радионуклиди, или в съоръжения, в които се използват източници от категория 1. В настоящият раздел са включени и събития, свързани с реактори в студено състояние или спрени за дълъг период от време, които се извеждат от експлоатация, както и други събития на реакторни площадки, като тези, свързани със съоръжения за съхранение на радиоактивни отпадъци. Разделът се основава на това, което е известно като „метод на нивата на защита“.

ОБЩИ ПРИНЦИПИ ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА

7.3. Въпреки че в скалата ИНЕС са предвидени три нива за въздействие върху защитата в дълбочина, за някои съоръжения или практически дейности максималните възможни последствия са ограничени от наличното количество на радиоактивния материал и механизма на изхвърляне (изтичане). Не е подходящо да се оценяват събитията, свързани с осигуряването на защитата в дълбочина в случаите на такива видове практическа дейност, на най-високите нива на въздействие върху защита в дълбочина.



7.4. След определяне на горното пределно ниво на оценката по защитата в дълбочина, е необходимо да се изясни какви средства за осигуряване на безопасността съхраняват своята работоспособност. Подходът за оценяване се основава на оценка на вероятността за развитие на събитието в авария, при това следва да се вземат предвид допълнителните откази на средствата за осигуряване на безопасността, които биха могли да доведат до авария.

7.5. По този начин „базовото ниво на оценката“ се определя, като се вземат предвид максималните възможни последствия, а също така броят и ефективността на наличните средства за осигуряване на безопасността.

7.6. За да се вземат предвид някакви основни „допълнителни фактори“, следва да се разгледа също възможното повишаване на „базовото ниво на оценката“. Към разглежданите фактори се отнасят откази по обща причина, процедурни несъответствия и недостатъци в културата на безопасност.

7.7. Процедурата за оценка на събитията по скалата ИНЕС се състои от следните етапи:

- (1) Определя се горното пределно ниво на оценката по защитата в дълбочина, като се вземат предвид максималните възможни радиологични последствия (т.е. максимално възможна оценка за съответния вид практическа дейност в това съоръжение въз основа на критериите, изложени в раздели 3 и 4).
- (2) След това се определя „базовото ниво на оценка“, като се вземе предвид броят и ефективността на наличните средства за осигуряване на безопасността. При това е важно да се вземе предвид наличното време, а също така времето, необходимо за определяне и прилагане на подходящи коригиращи действия
- (3) Определя се окончателната оценка с отчитане на възможността за повишаване на базовата оценка поради допълнителните фактори. Окончателната оценка обаче все още трябва да остане в рамките на горното пределно ниво на оценката по защитата в дълбочина, определено съгласно точка (1).

7.8. Освен задълбочено разглеждане на събитието във връзка със състоянието на защитата в дълбочина, всяко събитие трябва да се разглежда и спрямо критериите, изложени в раздели 3 и 4.

ПОДРОБНИ УКАЗАНИЯ ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА

Определяне на максимално възможните последствия

7.9. При оценка на нивото на събитието по максимално възможни последствия следва да се вземат предвид следните общи принципи:

- На една площадка могат да бъдат разположени няколко различни съоръжения. Поради това максималната възможна оценка трябва да бъде специфична за този тип съоръжение, в което се е случило събитието;
- Необходимо е да се вземе предвид не само наличното количество на радиоактивния материал, но също така и физическите и химическите свойства на участващия материал и механизмите на възможното разпръскване (диспергиране) и разпространение на радиоактивността;
- Следва да се отчитат физически възможните аварии в случаите, когато са се оказали недостатъчни всички средствата за осигуряване на безопасността, засегнати от събитието.
- Когато се разглеждат последствията, свързани с облъчване на персонала, максимално възможните последствия обикновено следва да се основават на дозата на облъчване на едно лице.



Определяне на броя на нивата на защита

Определяне на нивата на защита

7.10. Методологията за оценка на събития е да се групират средствата за осигуряване на безопасността в отделни и независими нива на защита. По този начин, ако два отделни сигнала постъпват в едно устройство за блокировка, то сигналите и блокировката заедно представляват едно ниво на защита. От друга страна, ако охлаждането се осигурява от две напълно отделни помпи (всяка с 100% производителност), то те трябва да се разглежда като две отделни нива на защита, с изключение на случаите, когато те имат обща нерезервирана осигуряваща система.

7.11. Когато се разглежда броят на нивата на защита, е необходимо да се гарантира, че ефективността на редица отделни инженерно-технически (хардуерни) нива на защита не се намалява от обща осигуряваща система или от общо действие на оперативния персонал в отговор на предупредителни сигнализации или индикации.

7.12. Когато се разглеждат мерките за административен контрол в качеството на нива на защита, е важно да се провери до каква степен отделните експлоатационни процедури могат да се считат за независими и да се провери дали процедурата е достатъчно надеждна, за да се разглежда като ниво на защита.

7.13. По принцип се очаква нивото на защита да има интензивност на откази приблизително 10^{-2} на изискване за задействане. За да помогне при определяне на броя на независимите нива на защита, в приведения по-долу списък са дадени някои примери за нива на защита, които могат да бъдат на разположение в зависимост от обстоятелствата на събитието и обосновката на проекта и експлоатационната безопасност на съоръжението:

- електронни индивидуални дозиметри със сигнализация;
- стационарни детектори за радиация и/или аерозолна активност и сигнални устройства;
- присъства специалист по радиационна защита за откриване на високи нива на радиация или разпространение на радиоактивно замърсяване;
- средства за откриване на течове, действащи като системи за локализация;
- наблюдение и контрол, осъществявани от експлоатационен персонал;
- вентилационни системи, които осигуряват безопасно и контролирано преминаване на аерозолната активност през съоръжението;
- защитни врати и блокиращи системи за вход;
- естествена вентилация или пасивно охлаждане/вентилация;
- процедури, инструкции или регламенти за смекчаване на последствията;
- система, която се отличава с разнообразие, при условие, че няма общи елементи в осигуряващите или управляващите системи;
- осигуряване на резервиране, при условие че няма нерезервирана осигуряваща система;
- инертни газови системи като средство за смекчаване на последствията от отделянето на водород.

Задържане (локализация) на радиоактивния материал в определените граници

7.14. В някои ситуации локализацията само по себе си ще осигури едно или повече нива на защита, като процесът на оценяване изисква максимално възможните последствия да се оценяват с включване в една от трите категории: нива 5-7, нива 3-4 и нива 1-2.

7.15. Ако след отказ на другите средства за осигуряване на безопасността успешното функциониране на системата за локализация снижава максимално възможните последствия до по-ниска категория, то тя следва да се разглежда като ниво на защита.

**Високо-интегрални нива на защита**

7.16. В някои ситуации може да бъде налично високо - интегрално ниво на защита (например: корпуса на реактор под налягане или шахтата на хранилището).

Време, което е на разположение

7.17. В някои ситуации наличното време за предприемане на коригиращи мерки може да бъде значително по-голямо от времето, необходимо за тяхното прилагане, и поради това може да позволи да бъдат приведени в работоспособно състояние допълнителни нива на защита.

Оценка на базовото ниво на събитието**Процес на оценката**

7.18. След определяне на максимално възможните последствия и броя на ефективните нива на защита, базовото ниво на събитието се определя по следния начин:

- (1) Ако събитието, което е предизвикало задействане на средствата за осигуряване на безопасността, е било „очаквано“ събитие и системите за безопасност, предвидени за справяне с това събитие, са били напълно работоспособни преди събитието и са функционирали правилно, тогава базовото ниво на събитието трябва да бъде оценката „събитие под скалата/ниво 0“.
- (2) Ако не е възникнала необходимост от действие на средствата за осигуряване на безопасността, но е установено влошаване на тяхното състояние, то базовото ниво на събитието следва да бъде „събитие под скалата/ниво 0“, ако влошената работоспособност на средствата за осигуряване на безопасността все още е в разрешените граници.
- (3) За всички други ситуации следва да се използва Таблица 11 за определяне на базовото ниво на събитието.

Таблица 11. Оценка на събитията с използване на метода на нивата на защита

Брой на запазените нива на защита	Максимално възможни последствия ^a		
	(1)	(2)	(3)
	Нива 5, 6, 7	Нива 3, 4	Нива 2 или 1
А Повече от 3	0	0	0
Б 3	1	0	0
В 2	2	1	0
Г 1 или 0	3	2	1

^a Тези оценки не могат да бъдат повишени поради отчитане на допълнителни фактори, тъй като те вече представляват горната граница на защитата в дълбочина.

Потенциални събития (включително структурни дефекти)

7.19. Значимостта на потенциалното събитие следва да се оцени, като се приеме, че то действително се е случило, и се приложат указанията, посочени в т. 7.18, с отчитане на броя на нивата на защита, които са останали. Оценката следва да бъде намален в зависимост от вероятността потенциалното събитие да е възникнало от събитие, което действително се е случило. Нивото, до което оценката на събитието следва да бъде намалена, се основава на експертна преценка.



7.20. Един от най-разпространените примери за потенциални събития - това е откриването на структурни дефекти. Ако дефектът е в допустимите рамки, тогава се прилага оценка „събитие под скалата/ниво 0“.

7.21. Ако дефектът е по-голям от очаквания, то при оценката на такова събитие трябва да се отчитат два фактора. Първо, оценката на потенциалното събитие трябва да се определи, като се приеме, че дефектът е довел до отказ на елемента, и да се приложат указанията на т. 7.18. След това оценката на потенциалното събитие, получена по този начин, трябва да се коригира в зависимост от вероятността дефектът да е довел до потенциалното събитие, и с отчитане на допълнителните фактори, разгледани в т.т. 7.23÷7.27.

Събития под скалата/ниво 0

7.22. По принцип събитията трябва да бъдат оценявани като „събитие под скалата/ниво 0“ само ако прилагането на процедурите, описани по-горе, не води до висока оценка. Обаче ако нито един от допълнителните фактори, разгледани в т.т. 7.23÷7.27 не е приложим, тогава следните типове събития обикновено се оценяват като „събитие под скалата/ниво 0“:

- лъжливо задействане на системите за безопасност, последвано от нормално връщане към работно състояние, без да се засяга безопасността на съоръжението;
- няма значително влошаване на състоянието на физическите бариери;
- единични откази или неработоспособност на елементи в резервирана система, открити по време на планови периодични инспекции или изпитване.

Разглеждане на допълнителните фактори

7.23. Указанията за разглеждане на основните допълнителни фактори при оценка на събитията се съдържат в т.т 6.39 – 6.47 от Раздел 6.

7.24. Допълнителни фактори могат да служат като основание за повишаване на оценката на събитието на една степен над базовата оценка, получена съгласно предходните указания. Когато се разглежда повишаването на базовата оценка поради тези фактори, се вземат предвид аспектите, посочени в т. 6.40.

Прилагане на метода на нивата на защита при събития от конкретен тип

7.25. Методът на нивата на защита се прилага при следните конкретни събития:

- откази в системите за охлаждане при спрян реактор;
- откази в системите за охлаждане на басейна за съхранение на отработеното гориво;
- контрол на критичността;
- неразрешено изхвърляне или разпространение на радиоактивни материали;
- нарушения в системата за дозиметричен контрол;
- блокировки на вратите на помещения с ограничен достъп;
- откази на системите за изтегляща вентилация, филтриране и почистване;
- събития при товарни операции и падане на тежки товари (събития, които не включват горивни касети и събития при манипулации с гориво);
- загуба на електрическо захранване;
- пожари и взривове;
- външни опасности (външни пожари, наводнения, цунами, външни взривове, урагани, торнадо или земетресения);
- откази в системите за охлаждане.



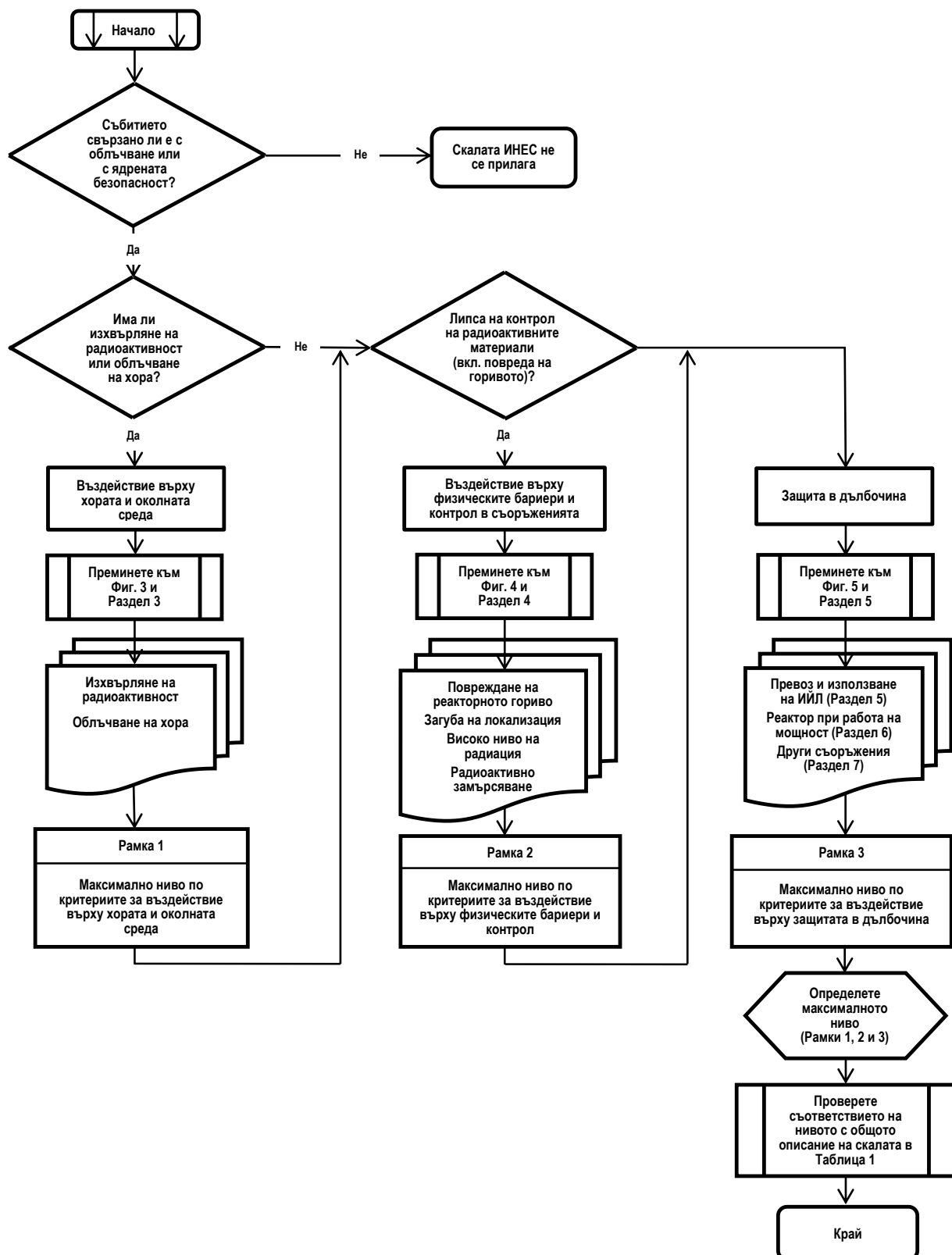
7.26. Подробни указания за прилагането на метода на нивата на защита при посочените в т. 7.25 събития от конкретен тип са представени в т.т. 6.49 – 6.89 от Раздел 6 на Приложение №6.

8. ПРОЦЕДУРА ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА ПО СКАЛАТА ИНЕС

8.1. На схемите, представени на Фигури 2÷8, е описана накратко процедурата за оценка по скалата ИНЕС на всякакви събития, свързани с източници на йонизиращи лъчения и с превоз, съхранение или използване на радиоактивни материали.

8.2. Схемите имат за цел да покажат логическата последователност на оценката на важността на всяко събитие от гледна точка на безопасността. Международната агенция по атомна енергия (МААЕ) също е разработила Интернет-пособие на основата на публикуваните схеми за обучение по прилагането на методологията за оценка на събитията по скалата ИНЕС [7].

8.3. В допълнение към схемите са представени също две таблици с примери (Таблица 12 и Таблица 13), които илюстрират оценката на някои реални събития.

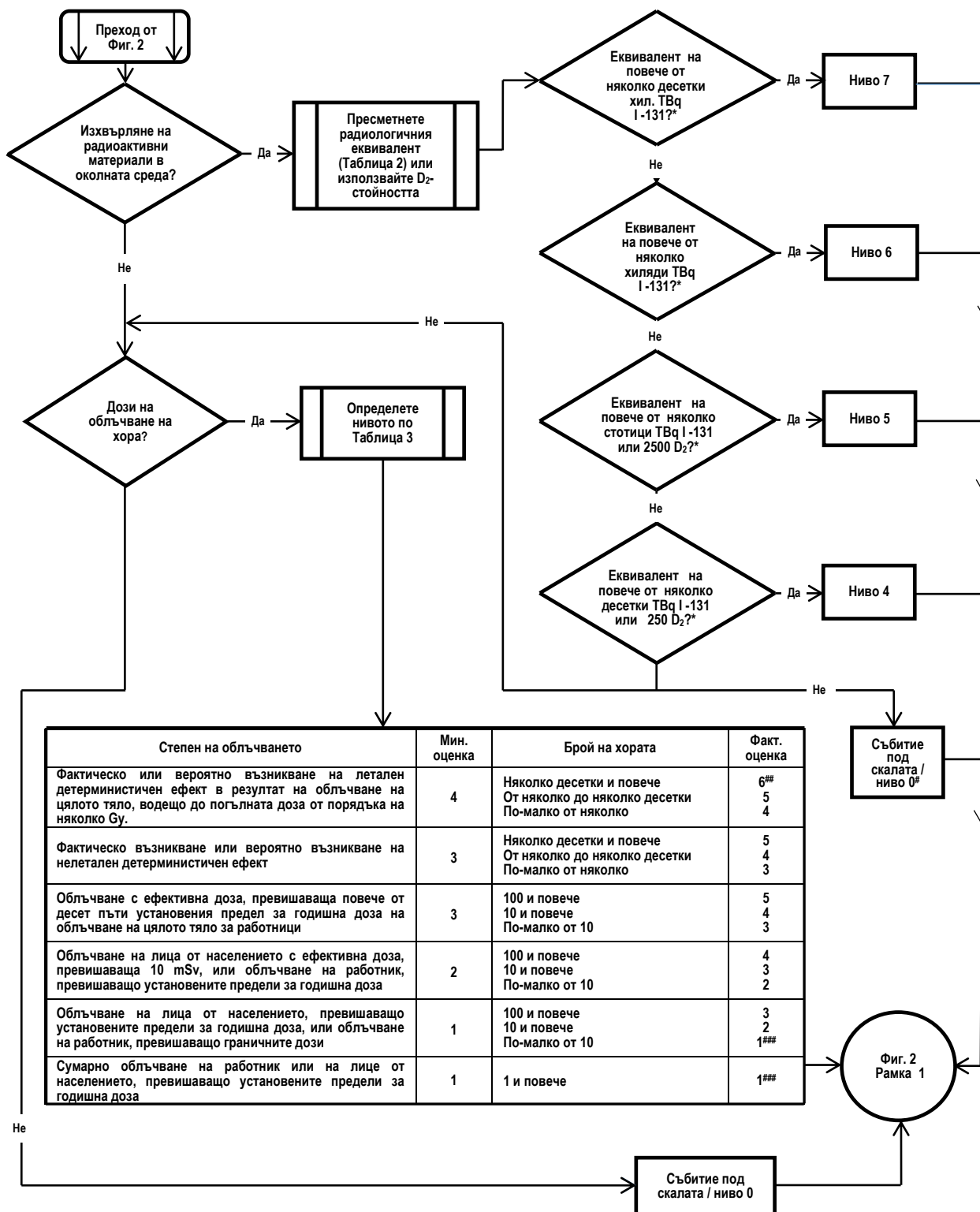


Фигура 2 Обща процедура за определяне на нивото на събитията по скалата ИНЕС



РЪКОВОДСТВО

Определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС)



* Този критерий се отнася до аварии, при които началните оценки на голямината на изхвърлянето могат да бъдат само приблизителни. Поради това не е целесъобразно да се използват точни числени значения за определяне на нивото по ИНЕС. Все пак с цел осигуряване на последователна международна интерпретация на тези критерии се прилагат граници между нивата, съответстващи приблизително на 5 000 и 50 000 TBq I-131.

Необходимо е също да се разгледа нивото по ИНЕС с отчитане на оценката на дозата, получена от работниците на съоръжението, която се определя с използване на Таблица 3.

Ниво 6 по ИНЕС не се счита за заслужаващо доверие в случай на всяко събитие, свързано с източник на йонизиращи лъчения.

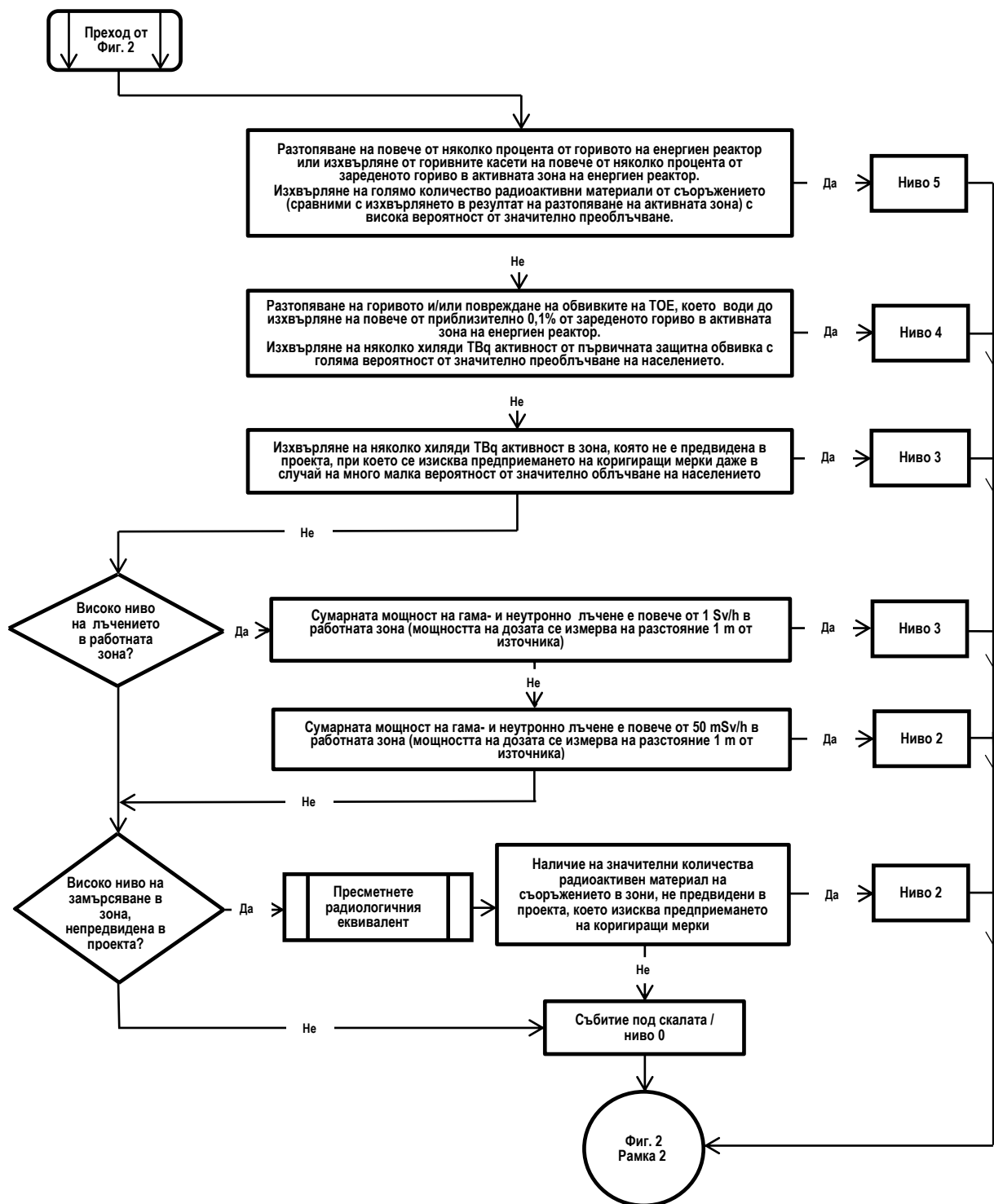
Определяне на ниво 1 по ИНЕС се базира на критериите за защита в дълбочина, които са разяснени в раздели 5 – 7, но тук не са включени за пълнота на изложението.

Фигура 3 Процедура за оценка на въздействието върху хората и околната среда



РЪКОВОДСТВО

Определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС)

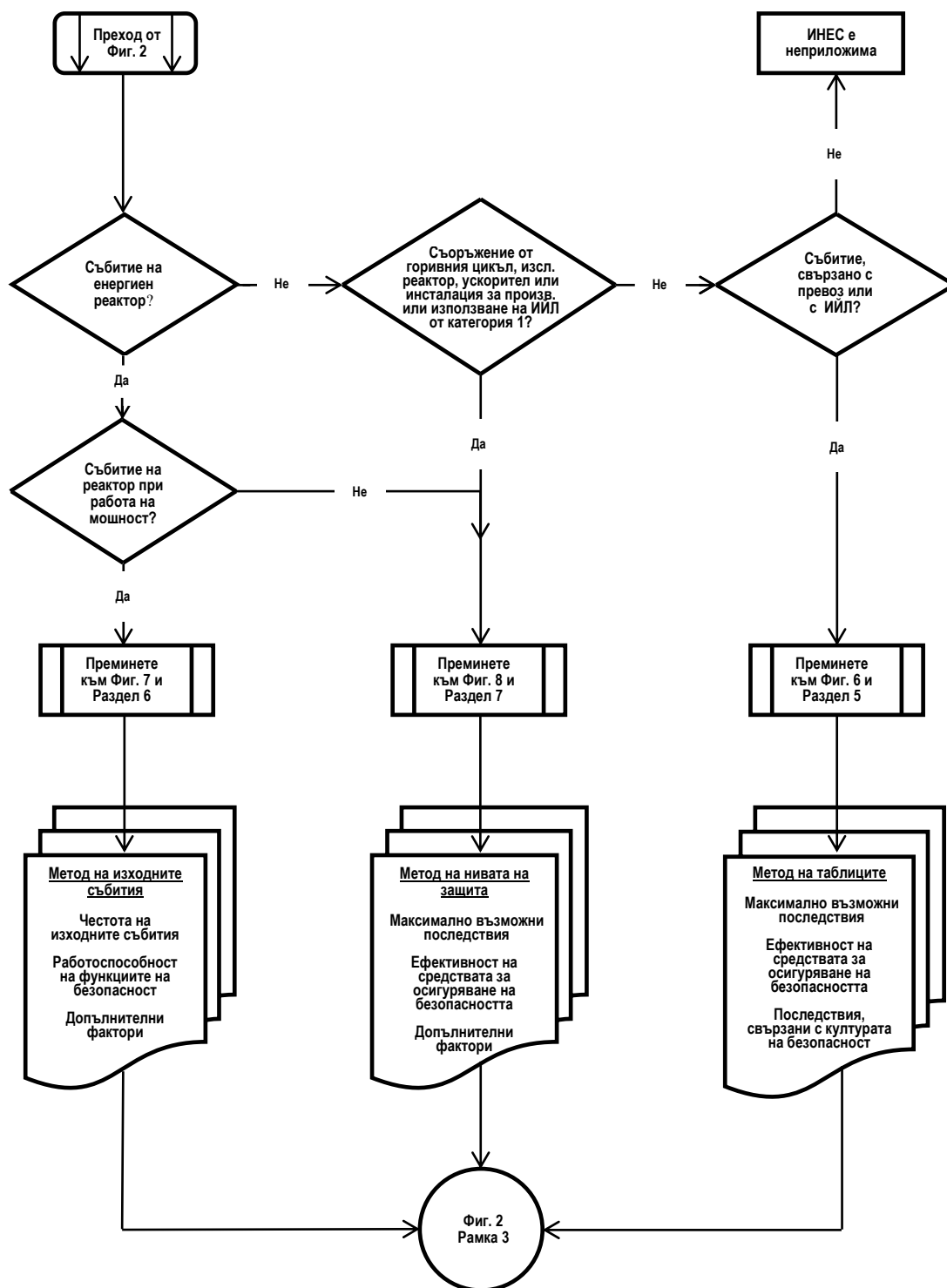


Фигура 4 Процедура за оценка на въздействието върху физическите бариери и контрола в съоръженията



РЪКОВОДСТВО

Определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС)

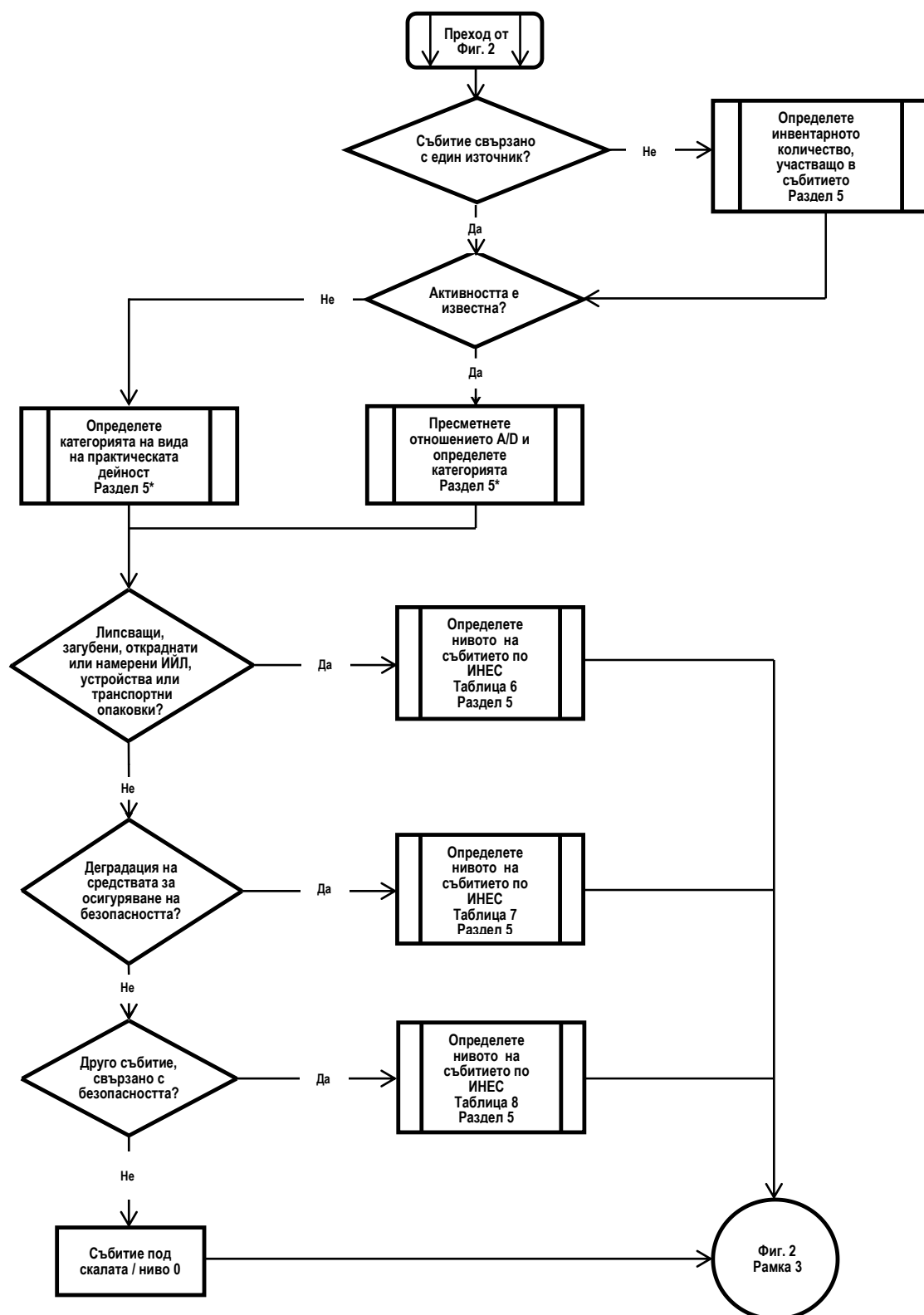


Фигура 5. Обща процедура за оценка на въздействието върху защитата в дълбочина



РЪКОВОДСТВО

Определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС)



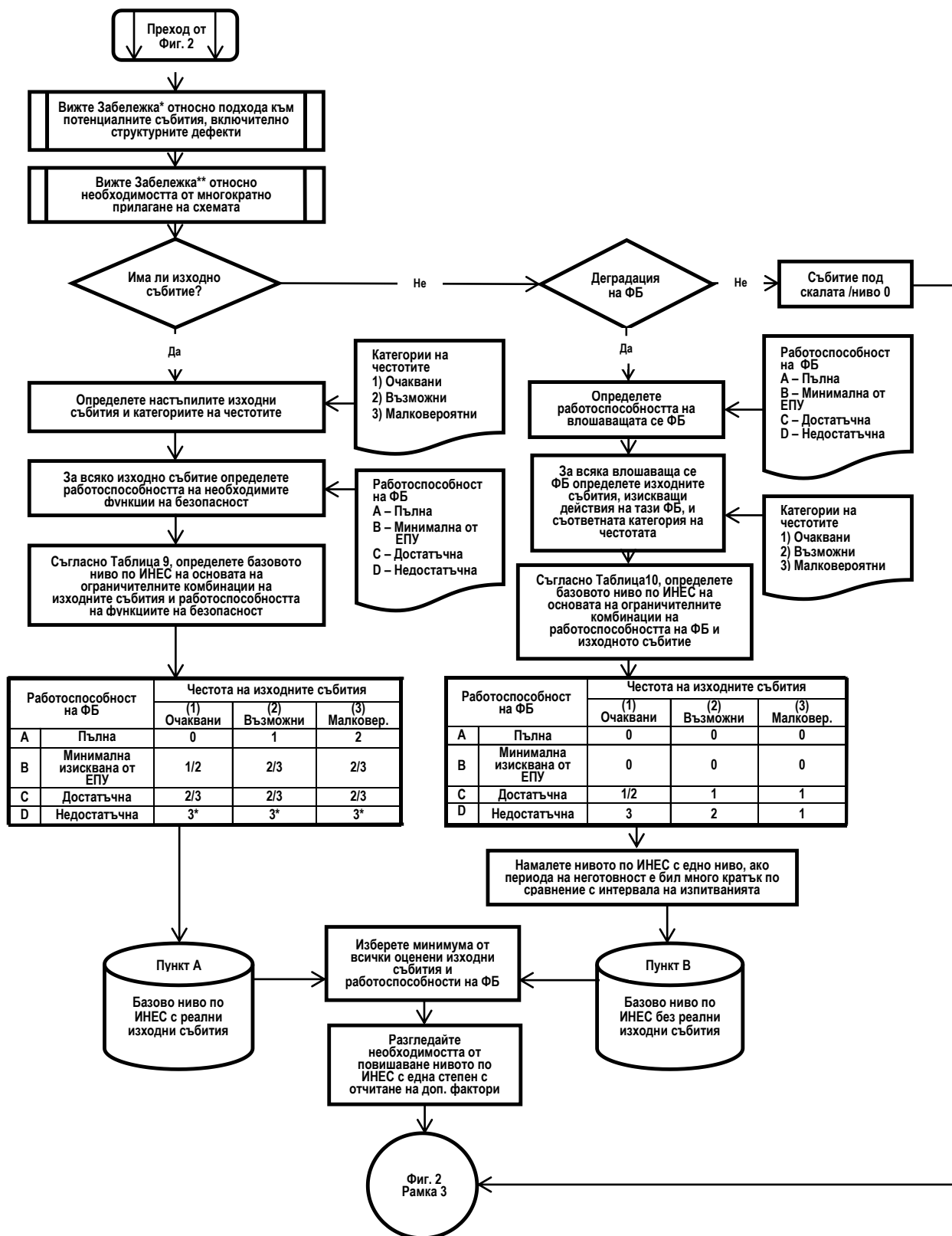
* Вижте също Приложение № 3 и Приложение № 4

Фигура 6 Процедура за оценка на въздействието върху защитата в дълбочина при събития, свързани с превоз и използване на източници на йонизиращи лъчения



РЪКОВОДСТВО

Определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС)



* По отношение на потенциалното събитие трябва да се предположи, че то действително се е случило, и трябва да се определи нивото по ИНЕС с помощта на тази схема. След това намалете нивото в зависимост от вероятността от възникване на потенциалното събитие.

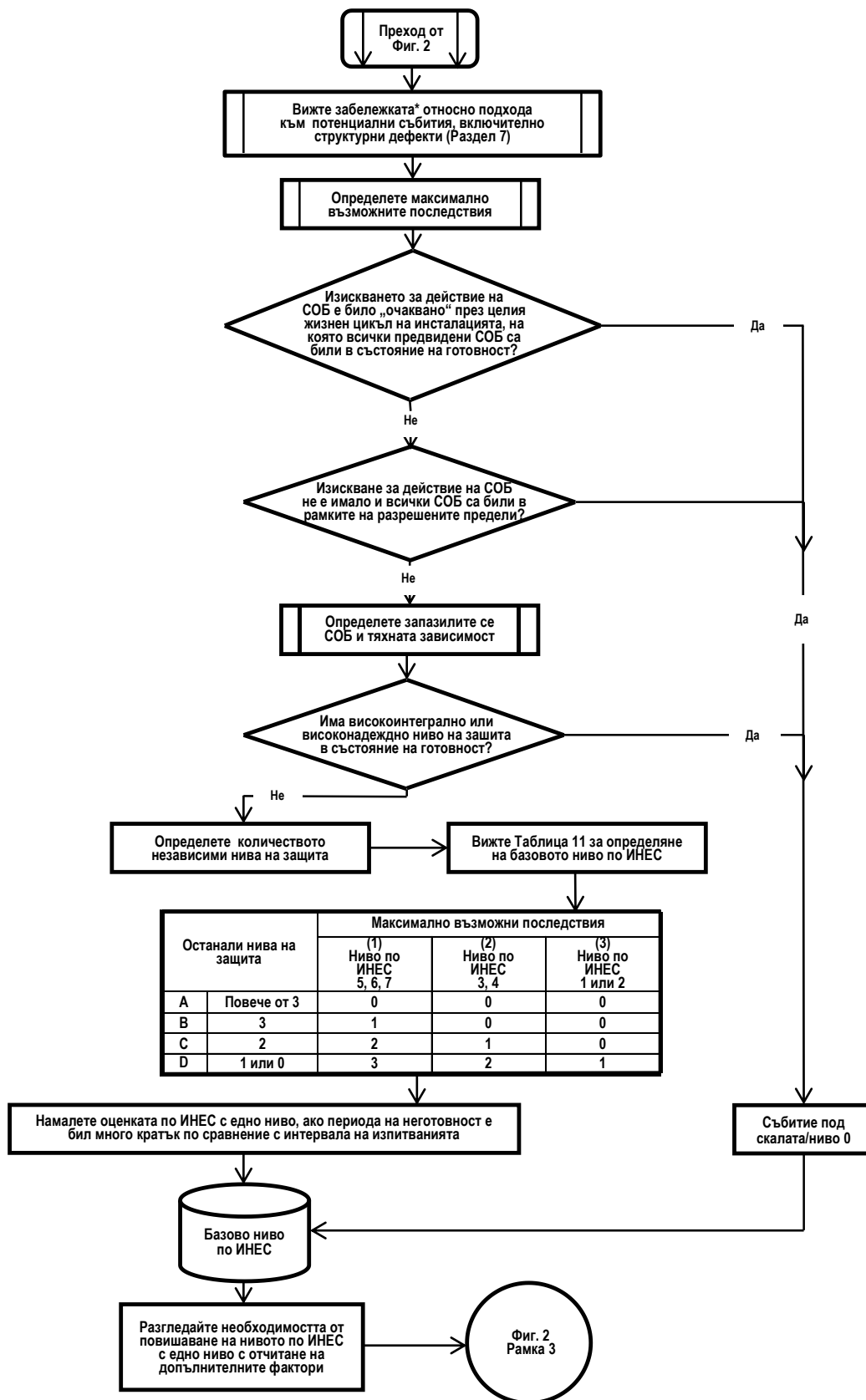
** Събитията могат да бъдат в комбинация с изходни събития и деградация на ФБ. Поради това може да бъде необходимо нееднократно използване на дадената схема за определяне на изходното събитие и ФБ, даващи максимално ниво по ИНЕС.

Фигура 7 Процедура за оценка на въздействието върху защитата в дълбочина при реактори, работещи на мощност



РЪКОВОДСТВО

Определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС)



* По отношение на потенциалното събитие трябва да се предположи, че то действително се е случило, и да се определи нивото по ИНЕС на това събитие с помощта на дадената схема. След това оценката на нивото по ИНЕС трябва да се намали в зависимост от вероятността от възникване на отказ.

Фигура 8 Процедура за оценка на въздействието върху защитата в дълбочина на съоръжения от горивния цикъл, изследователски реактори, ускорители или инсталации с източници на йонизиращи лъчения категория 1, а също така реактори, които не работят на мощност



РЪКОВОДСТВО

Определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС)

Таблица 12. Примери, илюстриращи прилагането на критериите на ИНЕС за оценка на събитията в ядрени съоръжения

	Хора и околна среда	Физически бариери и контрол	Защита в дълбочина
Тежка авария Ниво 7	АЕЦ „Чернобил“, 1986 г.; АЕЦ „Фукушима“, 2011 г. – обширни последици за здравето и околната среда. Външно изхвърляне на значителна част на горивото от активната зона на реактора		
Сериозна авария Ниво 6	Киштим, Русия, 1957 г. – значително изхвърляне на радиоактивен материал в околната среда в резултат на взрив на резервоар с високоактивни отпадъци		
Авария с широки последици Ниво 5	Уиндскейл-Пайл, Обединеното Кралство, 1957 г. – изхвърляне на радиоактивен материал в околната среда след пожар в активната зона на реактора	АЕЦ "Три-Майл-Айланд", США, 1979 г. – тежко повреждане на активната зона на реактора	
Авария с локални последици Ниво 4	Токаймура, Япония, 1999 г. – преоблъчване на персонала със смъртен изход след събитие с възникване на критичност на ядреното съоръжение	АЕЦ "Сен-Лоран-дез-О", Франция, 1980 г. – стопяване на един горивен канал в реактора без изхвърляне на радиоактивност извън границите на площадката	
Сериозен инцидент Ниво 3	Няма примери	Селафилд, Обединеното Кралство, 2005 г. – изхвърляне на голямо количество радиоактивен материал, който е локализиран в границите на съоръжението	АЕЦ "Ванделос", Испания, 1989 г. – близък до авария случай, възникване на пожар, който е довел до неработоспособност на системи за безопасност на АЕЦ
Инцидент Ниво 2	АЕЦ "Атуча", Аржентина, 2005 г. – преоблъчване на работник на енергиен реактор, превишаващо пределно-допустимата годишна доза	Кадараш, Франция, 1993 г. – разпространение на радиоактивно замърсяване в зона, която не е предвидена в проекта	АЕЦ "Форсмарк", Швеция, 2006г.– деградация на функция на безопасност с допълнителни фактори поради отказ на аварийната система за ел. захранване на АЕЦ по обща причина
Аномалия Ниво 1			Нарушение на експлоатационните предели на ядрено съоръжение



РЪКОВОДСТВО

Определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС)

Таблица 13. Примери, илюстриращи прилагането на скалата ИНЕС за оценка на събития, свързани с използване и превоз на източници на йонизиращи лъчения

	Хора и околна среда	Защита в дълбочина
Тежка авария Ниво 7		
Сериозна авария Ниво 6		
Авария с широки последствия Ниво 5	Гойана, Бразилия, 1987 г. – четири души са загинали и шест са получили дози на облъчване от няколко Gy от изоставен и разрушен високорадиоактивен източник, съдържащ Cs-137.	
Авария с локални последствия Ниво 4	Флорюс, Белгия, 2006 г. – тежки последствия за здравето на работници на промишлена облъчвателна инсталация поради получени високи дози на облъчване.	
Сериозен инцидент Ниво 3	Янанго, Перу, 1999 г. – инцидент с радиографичен източник, който е довел до получаването на тежки лъчеви изгаряния	Икители, Турция, 1999 г. – загуба на високо радиоактивен източник с Co-60
Инцидент Ниво 2	САЩ, 2005 г. – преоблъчване на рентгенолог, превишаващо пределно допустимата годишна доза за лица, работещи с ИЙЛ.	Франция, 1995 г. – отказ на системата за контрол на достъпа на ускорителна инсталация
Аномалия Ниво 1		Кражба на влагомер/плътномер



9. ПРЕПРАТКИ, ИЗПОЛЗВАНИ ДОКУМЕНТИ

[1] Закон за безопасно използване на ядрената енергия, обн., ДВ, бр. 63 от 28.06.2002 г., изм., бр. 38 от 18.05.2012 г., изм., бр. 82 от 26.10.2012 г., изм. и доп., бр. 15 от 15.02.2013 г., изм., бр. 66 от 26.07.2013 г., изм. бр. 68 от 02.08.2013 г., изм., бр. 98 от 28.11.2014 г., изм., бр. 14 от 20.02.2015 г., изм., бр. 58 от 18.07.2017 г., изм., бр. 99 от 12.12.2017 г., изм. и доп., бр. 102 от 22.12.2017 г., изм. и доп., бр. 103 от 28.12.2017 г., изм., бр. 7 от 19.01.2018 г.; изм., бр. 77 от 18.09.2018 г., изм. и доп., бр. 17 от 25.02.2020 г.;

[2] Наредба за условията и реда за уведомяване на АЯР за събития в ядрени съоръжения, в обекти и при дейности с източници на йонизиращи лъчения и при превоз на радиоактивни вещества, обн., ДВ, бр. 71 от 13.08.2004 г., изм., бр. 46 от 12.06.2007 г., в сила от 12.06.2007 г., бр. 5 от 19.01.2010 г., бр. 7 от 21.01.2011 г., изм. и доп., бр. 11 от 31.01.2017 г.;

[3] Наредба за осигуряване безопасността на ядрените централи, обн., ДВ, бр. 76 от 30.09.2016 г., изм., бр. 37 от 4.05.2018 г.;

[4] Наредба за радиационна защита, обн., ДВ, бр. 16 от 20.02.2018 г., в сила от 20.02.2018 г., изм. и доп., бр. 110 от 29.12.2020 г.;

[5] Наредба за условията и реда за извършване на превоз на радиоактивни вещества, обн. ДВ. бр.60 от 22.07.2005г., изм. и доп. ДВ. бр.13 от 14.02.2014г.;

[6] IAEA, The International Nuclear and Radiological Event Scale (INES) User's Manual, 2008 Edition, Co-sponsored by the International Atomic Energy Agency and OECD/Nuclear Energy Agency, IAEA, Vienna (2013);

[7] IAEA, INES Rating Interactive Learning Tool, IAEA, Vienna;

[8] IAEA, Nuclear Events Web-based System (NEWS), IAEA, Vienna (2001);

[9] IAEA, Categorization of Radioactive Sources, IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.9, IAEA, Vienna (2005);

[10] IAEA, Dangerous Quantities of Radioactive Material (D-Values), Emergency Preparedness and Response, EPR-D-Values-2006, IAEA, Vienna (2006);

[11] IAEA, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material - 2018 Edition, IAEA Safety Standards Series No. SSR-6 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2018);

[12] IAEA, Safety Culture, A report by the International Nuclear Safety Advisory Group, Safety Series No. 75-INSAG-4, IAEA, Vienna (1991);

[13] IAEA, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, General Safety Requirements Part 3, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, Jointly Sponsored by: EC, FAO, IAEA, ILO, OECD/NEA, PAHO, UNEP, WHO, IAEA, Vienna (2014);

[14] IAEA Safety Glossary: Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection (2018 Edition), IAEA, Vienna (2019);

[15] IAEA, Generic Procedures for Assessment and Response during a Radiological Emergency, IAEA-TECDOC-1162, IAEA, Vienna (2000);

[16] IAEA, Development of an Extended Framework for Emergency Response Criteria: Interim Report for Comment, IAEA-TECDOC-1432, IAEA, Vienna (2006).



10. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Този раздел съдържа определения на важни термини или фрази, използвани за целите на това ръководство. Много от тях са заимствани от Международните основни стандарти за безопасност [13], Речника по безопасност на МААЕ [14] и други документи на МААЕ. Използвани са също определенията на някои термини, съдържащи се в българските нормативни документи [2], [3], [4]. В много случаи по-подробно пояснение се дава в текста на ръководството.

10.1. Авария - В контекста на представянето на информация за събития и техния анализ авария е събитие, което е довело до значителни последици за хората, околната среда или съоръжението. Примерите включват летални ефекти за отделни лица, голямо изхвърляне на радиоактивност в околната среда, стопяване на активната зона на реактора. За да информира обществеността за значимостта на събитията, скалата ИНЕС оценява събитията на едно от седемте нива и използва термина авария, за да опише събития на ниво 4 или по-високо. Събитията с по-малко важност за безопасността се наричат инциденти [6].

Забележка: В анализите на безопасността и в стандартите за безопасност на МААЕ терминът „авария“ се използва в по-общ смисъл и означава „Всяко непредамерено събитие, включително грешки при експлоатацията, отказ на оборудването или други неизправности, реалните или потенциалните последици на което не могат да се пренебрегнат от гледна точка на защитата или безопасността“ [13].

10.2. Базово ниво на оценка - Оценката преди отчитането на допълнителните фактори. Тя се основава само на значимостта на действителните откази на оборудването или административните грешки [6].

10.3. Безстопанствен източник - радиоактивен източник, който не е освободен от регулиране и не е под регулаторен контрол, защото никога не е бил под такъв контрол, или е бил изоставен, изгубен, откраднат, поставен не където трябва, или е предаден по някакъв начин без необходимото разрешение [4], [14].

10.4. Високо-интегрално ниво на защита - Високо-интегралното ниво на защита има следните характеристики:

- а) нивото на защита е проектирано да се справи с всички проектни недостатъци и е изрично указано или се подразбира в обосновката за безопасност на съоръжението като изискващо особено висока надеждност или цялост (интегралност);
- б) целостта (интегралността) на нивото на защита се осигурява чрез съответен контрол или проверки, които позволяват да се установи всяко влошаване на целостта;
- в) ако се открие някакво влошаване на нивото на защита, има определени средства за справяне с нарушението и за прилагане на коригиращи мерки чрез предварително определени процедури или благодарение на дълги периоди от време на разположение за отстраняване или смекчаване на последиците от нарушението [6].

10.5. Високо-надеждно ниво на защита - В някои случаи наличното време може да бъде толкова дълго, че в готовност може да бъде приведена цяла гама от потенциални нива на защита, и в обосновката на безопасността не е необходимо да се определя подробно всяко едно от тях или да се включи в процедурата подробно описание на начините за привеждането им в готовност. В такива случаи (при условие че има редица



практически осъществими мерки), това дълго време, което е на разположение, осигурява от само себе си високо - надеждно ниво на защита [6].

10.6. Външно облъчване - Облъчване от източник, намиращ се извън тялото на човека [13], [14].

10.7. Вътрешно облъчване - Облъчване от източник, намиращ се в тялото на човека [13], [14].

10.8. Генератор на йонизиращо лъчение - Устройство, способно да генерира йонизиращо лъчение (радиация), ако получава енергия от външен захранващ източник. Йонизиращото лъчение може да бъде например рентгеново лъчение, излъчване на неутрони, електрони или други заредени частици, и може да се използва за научни, промишлени или медицински цели [4], [13].

10.9. Годишна доза - Сумата от дозите, получени от външно облъчване за една година и очакваната доза от вътрешния прием на радионуклиди през тази година [13].

10.10. Действителни последиствия - Последиствията, оценени с помощта на критериите за оценка на въздействието върху хората и околната среда, както и върху физическите бариери и средствата за контрол на съоръженията. За разлика от това, с използването на критериите за деградация на защитата в дълбочина се оценяват събития, които нямат действителни последиствия, когато предвидените мерки за предотвратяване или справяне с аварии не са действали в съответствие с тяхното предназначение [6].

10.11. Делящ се материал - Това са изотопите на урана (^{234}U и ^{235}U) и на плутония (^{239}Pu и ^{241}Pu) или всяка комбинация от тези радионуклиди. Изключени от това определение са:

- а) необлъчен природен уран или обеднен уран, и
- б) естествен уран или обеднен уран, облъчен само в реактори на топлинни неутрони [14].

10.12. Детерминистичен ефект - Увреждане на здравето от въздействие на йонизиращо лъчение, което може да възникне над определено прагово ниво на дозата, като тежестта на проявения вреден ефект (реакцията на облъчена тъкан или орган) се увеличава с нарастване на получената доза [4], [13].

10.13. Доза - Мярка за енергията, която е предадена от йонизиращото лъчение на мишена [13], [14]. При използването на този термин в конкретни определения се изисква неговото допълнително уточнение като например погълната доза, ефективна доза, доза на облъчването на цялото тяло, или претеглена по относителна биологична ефективност (RBE) доза.

10.14. Дозов предел (граница на дозата) - Стойността на ефективната доза или на еквивалентната доза (или на очакваната ефективна или еквивалентна доза, където е приложимо) за определен период от време, която стойност за дадено лице не трябва да се надвишава при ситуация на планирано облъчване [4], [13]. Съществуват диапазони на дозовите предели, които трябва да се отчитат, включително ефективна доза за цялото тяло, дози за кожата, дози за крайниците и дози за лежи на окото.

10.15. Дозово ограничение - Планирано ограничение на индивидуалната доза, определено в процеса на оптимизация на радиационната защита като очаквана горна граница на индивидуалните дози при ситуация на планирано облъчване, която стойност е по-малка от границите на дозите за работници и лица от населението [4], [13].

10.16. Допълнителни фактори - Фактори, които могат да доведат до увеличаване на базовата оценка на събитието. Допълнителните фактори позволяват да се отчитат онези



аспекти на събитието, които могат да показват по-дълбоко влошаване на състоянието на съоръжението или на организационните условия на съоръжението. Към разглежданите фактори се отнасят откази по обща причина, процедурни несъответствия и недостатъци на културата на безопасност [6].

10.17. Еквивалентна доза (H_T) - Мярка за дозата на тъкан или орган, предназначена количествено изразяване на причинената вреда. Стойностите на еквивалентна доза за определена тъкан от различен тип лъчения могат да бъдат сравнени директно. Еквивалентната доза $H_{T,R}$ е погълнатата доза $D_{T,R}$, осреднена за даден орган или тъкан T и умножена по радиационния тегловен фактор w_R за даден вид и качество на съответното йонизиращо лъчение R :

$$H_{T,R} = w_R \times D_{T,R}$$

Сумарната еквивалентна доза H_T за смесено радиационно поле, което е създадено от йонизиращи лъчения с различни стойности w_R на радиационния тегловен фактор, се определя по следната формула:

$$H_T = \sum_R w_R \times D_{T,R}$$

Единицата за еквивалентна доза е сиверт (Sv) [4].

10.18. Експлоатационен персонал - Работници, ангажирани в експлоатацията на съоръжение, което има официално разрешение [6].

10.19. Експлоатационни предели и условия (ЕПУ) - Съвкупност от правила, определящи пределните стойности на параметрите, функционалните възможности и начините на поведение на съоръженията, системите, компонентите и персонала, които са утвърдени по определения ред с цел осигуряване на безопасна експлоатация на ядреното съоръжение или на обекта с източници на йонизиращи лъчения [2].

10.20. Експлоатираща организация - лице, заявител или титуляр на лицензия и/или разрешение по Закона за безопасното използване на ядрената енергия (ЗБИЯЕ) [3].

Забележка: Виж също термина „оператор“.

10.21. Ефективна доза (E) – Сумата E от еквивалентните дози H_T във всички специфицирани тъкани и органи T на човешкото тяло, претеглени (умножени) със съответните тъканни тегловни фактори w_T :

$$E = \sum_T w_T H_T$$

От определението за еквивалентна доза следва:

$$E = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R},$$

където $D_{T,R}$ е погълнатата доза от йонизиращо лъчение R , осреднена за дадена тъкан или орган T , w_R – стойността на радиационния тегловен фактор за лъчението R . Единицата за ефективна доза е сиверт (Sv) [4], [13].

10.22. Задържане (Локализация) - Предотвратяване или контрол на разпространението на радиоактивен материал в околната среда при експлоатация или при аварии [14].

Забележка: Локализацията е тясно свързана по своето значение със защитната обвивка (херметичната конструкция за АЕЦ), но терминът локализация се използва за обозначаване на функцията на безопасност, свързана с предотвратяване на „изтичането“ на радиоактивни материали, докато защитната обвивка е средство за постигане на тази функция.



10.23. Защита в дълбочина - Йерархично разполагане на различни нива на разнообразно оборудване и процедури за предотвратяване на ескалацията на очакваните експлоатационни събития и за поддържане на ефективността на физическите бариери, поставени между източника на излъчване или радиоактивния материал и работниците, лицата от населението или околната среда, при експлоатационни състояния и, за някои бариери, при аварии [14].

Концепцията на защитата в дълбочина се прилага чрез осигуряване на поредица от физически бариери и няколко нива на защита, насочени към осигуряване на защита от въздействието на йонизиращите лъчения и смекчаване на последствията, в случай че превантивните мерки не са били успешни [3].

10.24. Защитна обвивка (Херметична конструкция за ядрени централи) - Методи или технически конструкции, предназначени да предотвратят или контролират изхвърлянето и разпръскването (диспергирането) на радиоактивни вещества [13].

Забележка: Терминът „защитна обвивка“ при превоз на радиоактивни материали означава съвкупност от елементи на опаковъчен комплект, проектиран за предотвратяване разпространението на радиоактивен материал по време на превоз [5].

10.25. Източник - Всичко, което може да причини радиационно облъчване при излъчване на йонизиращо лъчение или при изхвърляне на радиоактивни вещества или материали, и може да се разглежда като едно цяло за целите на осигуряване на защита и безопасност [13].

Забележка: Например материалите, излъчващи радон, са източници, съществуващи в околната среда; стерилизационната гама - облъчвателна инсталация е източник, който се използва в практическата дейност за радиационно запазване на храните; рентгеновото устройство може да бъде източник, използван за практическа дейност за целите на радиодиагностиката; атомната електроцентрала е част от практическата дейност за производство на електроенергия с използване на реакцията на ядреното делене и може да се разглежда като източник (например по отношение на изхвърлянията в околната среда) или като група от източници (например за целите на радиационната защита на персонала).

10.26. Източник на лъчение - Генератор на лъчение, радиоактивен източник или друг радиоактивен материал извън ядрените горивни цикли на изследователските и енергийните реактори [14].

10.27. Изходно събитие - Изходно събитие или инициращо събитие е събитие, определено в анализа на безопасността, което води до отклонение от нормалното работно (експлоатационно) състояние и предизвиква действието на една или няколко функции на безопасност [6].

10.28. Инцидент - В контекста на докладването и анализа на събитията терминът инцидент се използва за описание на събития, които са по-малко тежки от аварии. За информиране на обществеността за важността на събитията, скалата ИНЕС оценява събитията на едно от седемте нива и терминът инцидент се използва за описание на събития до ниво 3 включително. Събитията с по-голяма важност за безопасността се наричат аварии [6].

10.29. Култура на безопасност - Съвкупност от характеристики и нагласи в организациите и лицата, която установява, че въпросите на защитата и безопасността, като притежаващи висш приоритет, получават вниманието, определяно от тяхното значение [12], [14].

10.30. Нива на защита – Пасивни системи, автоматично или ръчно включвани системи за безопасност, или средства за административен контрол, които са предвидени да



обезпечават изпълнението на необходимите функции на безопасност [14]. Нивата на защита трябва да се разглеждат като мярка за осигуряване на безопасността, която не може да бъде разделена на отделни части. Вижте т.т. 7.10÷7.22 за по-подробни разяснения за използването на този термин в настоящото ръководство.

Забележка: Нивата на защита имат за цел предотвратяване до практически достижимата степен на:

1. условията, водещи до нарушаване на целостта на физическите бариери;
2. отказа на физическа бариера, когато са налице условията по т. 1;
3. отказа на физическа бариера като следствие от отказ на друга физическа бариера;
4. възможността за неблагоприятни последствия в резултат на грешки при експлоатацията и обслужването на конструкциите, системите и компонентите на съоръжението [3].

10.31. Облъчване - Действие или условия, при които човек се подлага на въздействието на йонизиращо лъчение [13], [14].

Забележка: Терминът „облъчване“ не следва да се използва като синоним на доза. Дозата е мярка за въздействие на облъчването.

10.32. Обосновка на безопасността – Набор от аргументи и доказателства за потвърждаване на безопасността на съоръжение или дейност [6].

10.33. Опаковка - Опаковка означава цялостния продукт от операцията по опаковане (опаковъчния комплект), състоящ се от опаковката и нейното съдържание, подготвени за транспортиране. Типът на опаковката се определя в зависимост от различните ограничения за превозваните в нея радиоактивни вещества и от удовлетворяването на определени изисквания към конструкцията ѝ. Има няколко вида опаковки:

- (1) освободена опаковка;
- (2) промишлена опаковка тип 1 (IP-1);
- (3) промишлена опаковка тип 2 (IP-2);
- (4) промишлена опаковка тип 3 (IP-3);
- (5) опаковка тип А;
- (6) опаковка тип В (U);
- (7) опаковка тип В (M);
- (8) опаковка от тип С.

Към опаковките, които съдържат специален ядрен материал или уранов хексафлуорид, се прилагат допълнителни изисквания [5], [11].

10.34. Оператор - Всяка организация или лице, кандидатстващи за получаване на официално разрешение или получили официално разрешение и/или отговорни за осигуряване на ядрената безопасност, радиационната защита, безопасността на радиоактивните отпадъци или безопасността при превоза при осъществяване на дейности или по отношение на ядрени съоръжения или източници на йонизиращи лъчения. Това включва също частни лица, държавни органи, товаро-изпращачи или превозвачи, лицензианти, лечебни заведения, самонаети лица [14].

Забележка: Операторът включва лица, които пряко контролират съоръжението или дейността по време на използване на източника (като рентгенолози или превозвачи), или в случай на източник, който не е под контрол (изгубен или незаконно иззет източник), както и лица, които са били отговорни за източника, преди контролът върху него да бъде загубен.

Забележка: Оператор е синоним на термина „експлоатираща организация“.

10.35. Отказ по обща причина - Отказ на две или повече структури, системи или компоненти вследствие на единично конкретно събитие или една причина [3], [14].



10.36. **Погълната доза** - Основната дозиметрична величина D е енергията, погълната от единица маса вещество, определена по формулата:

$$D = d\varepsilon / dm$$

където $d\varepsilon$ е средната енергия, предадена от йонизиращото лъчение на веществото в елементарния обем, а dm е масата на веществото в елементарния обем. Единицата за погълнатата доза е джаул на килограм (J/kg), която се нарича грей (Gy) [4], [13].

10.37. **Практическа дейност** - Всяка човешка дейност, при която се въвеждат допълнителни източници на облъчване или се създават допълнителни пътища за облъчване, или се увеличава броя на хората, подложени на облъчване, или се изменя структурата на пътищата на облъчване от съществуващи източници, така че да увеличи самото облъчване, или вероятността от облъчване на хора, или броя на облъчваните хора [13], [14].

Забележка: Термини като „разрешена практическа дейност“, „контролирана практическа дейност“ и „регулирана практическа дейност“ се използват за разграничаване на тези практически дейности, които са обект на регулаторен контрол, от другите дейности, които отговарят на определението за практическа дейност, но не се нуждаят или не подлежат на контрол.

10.38. **Претеглена по относителна биологична ефективност (RBE) погълната доза** - Произведение от погълнатата доза в орган или тъкан и относителната биологична ефективност (RBE) на радиацията, водеща до възникване на дозата:

$$AD_T = \sum D_T^R \times RBE_T^R,$$

където D_T^R е дозата, получена от органа от радиацията R в тъкани T , а RBE_T^R е относителната биологична ефективност на радиацията R при създаване на този ефект в конкретен орган или тъкан T . Единицата за RBE-претеглената погълната доза е J/kg, наречен грей - еквивалент (Gy-Eq).

Претеглената по RBE погълната доза е предназначена за отчитане на разликите в биологичната ефективност при предизвикване на детерминистични ефекти за здравето в органи или тъкани на референтен човек, обусловени от качеството на радиацията [9].

10.39. **Работна (обслужвана) зона** - Работните зони са участъци, където достъпът на работниците е разрешен без специални пропуски. Към тях не се отнасят участъците, в които се изискват специални мерки за контрол (освен общите изисквания по отношение използването на индивидуални дозиметри и/или носенето на комбинезони) поради нивото на радиоактивното замърсяване или лъчение [6].

10.40. **Работник** - Всяко лице, което работи на пълен или на непълен работен ден или временно за работодател и което има признати права и задължения във връзка с радиационната защита на персонала. (Смята се, че самонаето лице има задължения както на работодател, така и на работник.) [13].

10.41. **Работоспособност** - Състояние на съоръжението, системата или компонента, при което те могат да изпълнят проектните си функции [2].

10.42. **Работоспособност на функция на безопасност** - Работоспособността на функцията на безопасност може да бъде: *пълна, минимално изисквана от ЕПУ, достатъчна* или *недостатъчна* в зависимост от работоспособността на отделните резервирани и разнообразни системи за безопасност и техните елементи [6].

10.43. **Радиоактивен източник** - Радиоактивен материал, който е окончателно запечатан в капсула или е плътно свързан и се намира в твърда форма, който не е освободен от регулаторен контрол. Това също включва всеки радиоактивен материал, освободен от



радиоактивен източник в резултат на изтичане или нарушение на неговата цялостност, но не включва материал, капсулован за погребване, или ядрен материал в рамките на ядрения горивен цикъл на изследователски и енергийни реактори [13].

10.44. Радиоактивен материал - Материал, определен в националното законодателство или от регулаторния орган като обект на регулаторен контрол поради радиоактивността му [13].

10.45. Разнообразие - Осигуряване на два или повече резервни компоненти или системи за изпълняване на определена функция, при което отделните компоненти или системи имат различни свойства, така че да се намали възможността за отказ по обща причина [3].

10.46. Разрешен предел - Пределно (гранично) значение на измеряемата величина (включително работоспособността на оборудването), определено или официално прието от регулаторния орган (понякога тези предели са определени в рамките на експлоатационните предели и условия - ЕПУ) [6].

10.47. Резервиране - Осигуряване на алтернативни (идентични или разнообразни) конструкции, системи или компоненти така, че което и да е от тях да може да изпълни изискващата се функция независимо от експлоатационното състояние или отказ на останалите конструкции, системи или компоненти [3].

10.48. Системи за безопасност - Системи, важни за безопасността, които са предвидени за обезпечаване на функциите на безопасност [6].

10.49. Средства за осигуряване на безопасността - Средствата за осигуряване на безопасността могат да бъдат както процедури и мерки за административен контрол, така и пасивни или активни системи, които обикновено се предвиждат с резервиране, и тяхната наличност се определя от експлоатационните предели и условия (ЕПУ) [6].

10.50. Стохастичен (вероятностен) ефект - Вреден за здравето ефект от въздействието на йонизиращо лъчение, за който се приема, че няма праг на дозата и вероятността за възникване е пропорционална на получената доза, като тежестта на вредния ефект не зависи от дозата [4].

10.51. Събитие - Всяко произшествие, за което е необходимо да се съобщи на регулаторния орган или на оператора или да се информира населението [6].

10.52. Физически (радиологични) бариери - Физически бариери, които задържат радиоактивен материал и/или осигуряват защита на отделни лица от лъчението, излъчвано от материала [6].

Забележка: Броят на необходимите физически бариери се определя на основата на оценка на количествата и изотопния състав на радионуклидите, които биха могли да бъдат освободени в околната среда, на ефективността на отделните бариери, уязвимостта им на вътрешни и външни въздействия, както и на потенциалните последствия при отказ на бариера [3].

10.53. Функция на безопасност - Конкретната цел, която трябва да бъде постигната за осигуряване на безопасността. Трите основни функции на безопасност са:

- а) контрол на реактивността или условията на технологичния процес;
- б) охлаждане на радиоактивния материал;
- в) задържане на радиоактивния материал в определените граници [2].



11. ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ №1:

ПРЕСМЯТАНЕ НА РАДИОЛОГИЧНИЯ ЕКВИВАЛЕНТ

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В настоящото приложение са показани коефициенти, с които може да се умножи активността на определен радионуклид в изхвърления радиоактивен материал, за да се получи активност, която може да бъде сравнена с активността на йод-131 (^{131}I). В този анализ се използват стойностите на коефициентите при вдишване, които са заимствани от документа на МААЕ GSR Part 3 [13], докато дозовите коефициенти за земно отлагане са заимствани от документа IAEA-TECDOC-1162 [15].

Докато други части на това ръководство използват D-стойността за сравняване на относителната значимост на различните изотопи, това приложение използва друг подход. Това е така, защото изчисленията на D-стойността се базират на конкретни сценарии, които са подходящи само за използване и превозване на радиоактивни източници. Коефициентите за радиологичен еквивалент, пресметнати тук, използват предположения, базирани на сценарии, които са по-подходящи за аварии в съоръженията.

2. МЕТОД

Сценариите и методологията са обобщени по-долу.

За аерозолно изхвърляне на активност се разглеждат следните два компонента:

- ефективна доза за възрастни хора, D_{inh} , от вдишване на специфична активност (концентрация) на радионуклиди във въздуха [13], при скорост (обем) на дишане $3,3 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; и
- ефективна доза за възрастни от земно отлагане на радионуклиди, интегрирана в продължение на повече от 50 години, включително разглеждане на ресуспендиране, изветряне и грапавост на почвата [15]. Земното отлагане се изразява чрез концентрацията във въздуха и скоростта на отлагане (V_g), равна на $10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ за елементарен йод и $1,5 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ за други вещества. Използва се интегрираната доза за повече от 50 години от специфичното отлагане на всеки радионуклид (D_{gnd} (Sv на $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-2}$)).

Дозите от перорално поглъщане не са включени в това изчисление, тъй като нивата на интервенция от хранителните продукти предотвратяват получаването на значителни дози от отделни лица, пострадали от аварията.

Сумарната доза (D_{tot}) в резултат на освобождаване на активност Q и интегрирана във времето, приземна концентрация на радионуклиди във въздуха на X ($\text{Bq} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-3}$ на 1 Bq освободен) е:

$$D_{tot} = Q \cdot X \cdot (D_{inh} \cdot \text{скорост на дишане} + V_g \cdot D_{gnd})$$

При радиоактивно замърсяване на съоръжението се отчита само пътя на облъчване от вдишване, и за персонала се използват инхалационни коефициенти.



3. ИЗХОДНИ ДАННИ

Коефициентите на вдишване за изчисленията са заимствани от документа на МААЕ GSR Part 3 [13], с изключение на U_{nat} , който не е посочен в този документ. Стойностите за U_{nat} са изчислени чрез сумиране на приноса от ^{238}U , ^{235}U , ^{234}U и техните основни продукти на разпадане, като се използват съотношенията ^{234}U (48,9%), ^{235}U (2,2%) и ^{238}U (48,9%). Когато радионуклидът има различни скорости на абсорбция в белите дробове, се използва максималната стойност на инхалационния коефициент, с изключение на урана, за който са посочени всички стойности на този коефициент.

50-годишните интегрални дози за земно отлагане са заимствани от документа IAEA-TECDOC-1162 [15].

4. РЕЗУЛТАТИ

Коефициентите за умножение, приложими както към радиоактивно замърсяване на съоръженията, така и към атмосферните изхвърляния, се получават чрез разделяне на стойността за всеки радионуклид на стойността за ^{131}I . Те са представени в Таблица 14 и в Таблица 15. В Таблица 16 са представени резултатите, каквито трябва да се използват за оценка по скалата ИНЕС (т.е. закръглени до една значима цифра).

**Таблица 14. Коефициенти за радиоактивно замърсяване на съоръжението
(само при инхалация)**

Нуклид	Коефициент при инхалационно постъпване (Sv на 1 Bq) (персонал)	Отношение към ^{131}I
Am-241	2,70E-05	2454,5
Co-60	1,70E-08	1,5
Cs-134	9,60E-09	0,9
Cs-137	6,70E-09	0,6
H-3	1,80E-11	0,002
I-131	1,10E-08	1,0
Ir-192	4,90E-09	0,4
Mn-54	1,20E-09	0,1
Mo-99	5,60E-10	0,05
P-32	2,90E-09	0,3
Pu-239	3,2E-05	2909,1
Ru-106	3,50E-08	3,2
Sr-90	7,70E-08	7,0
Te-132	3,00E-09	0,3
U-235(S) ^a	6,10E-06	554,5
U-235(M) ^a	1,80E-06	163,6
U-235(F) ^a	6,00E-07	54,5
U-238 (S) ^a	5,70E-06	518,2
U-238(M) ^a	1,60E-06	145,5
U-238 (F)	5,80E-07	52,7
$U_{прир.}$	6,25E-06	567,9

^a Типове на поглъщане в дробовите: S - бавно; M - средно; F - бързо.

В случай на неопределеност се приема най-консервативното значение.



РЪКОВОДСТВО

Определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС)

Таблица 15. Атмосферно изхвърляне: доза от земно отлагане и инхалация

	Дозов коэффициент за 50- годишна доза от земно отлагане	50- годишна доза от земно отлагане	Дозов коэффициент за инхалация (население)	Доза от инхалация	Сумарна доза	Отношение към ¹³¹ I
Нуклид	Sv на 1 Bq·m ⁻²	Sv на 1 Bq·s·m ⁻³	Sv на 1 Bq	Sv на 1 Bk·s·m ⁻³	Sv на 1 Bq·s·m ⁻³	
Am-241	6,40E-06	1,01E-08	9,60E-05	3,17E-08	4,17E-08	8100
Co-60	1,70E-07	2,55E-10	3,10E-08	1,02E-11	2,65E-10	51
Cs-134	5,10E-09	7,65E-11	2,00E-08	6,60E-12	1,43E-11	2,8
Cs-137	1,30E-07	1,95E-10	3,90E-08	1,29E-11	2,08E-10	40
H-3	0,00E+00	0,00E+00	2,60E-10	8,58E-14	8,58E-14	0,020
I-131	2,70E-10	2,70E-12	7,40E-09	2,44E-12	5,14E-12	1,0
Ir-192	4,40E-09	6,60E-09	6,60E-09	2,18E-12	8,78E-12	1,7
Mn-54	1,40E-08	2,10E-11	1,50E-09	4,95E-13	2,15E-11	4,2
Mo-99	6,10E-11	9,15E-14	9,90E-10	3,27E-13	4,18E-13	0,08
P-32	6,80E-12	1,02E-14	3,40E-09	1,12E-12	1,13E-12	0,22
Pu-239	8,50E-06	1,28E-08	1,20E-04	3,96E-08	5,24E-08	10 000
Ru-106	4,80E-09	7,20E-12	6,60E-08	2,18E-11	2,90E-11	5,6
Sr-90	2,10E-08	3,15E-11	1,60E-07	5,28E-11	8,43E-11	16
Te-132	6,90E-10	1,04E-12	2,00E-09	6,60E-13	1,70E-12	0,33
U-235(S) ^a	1,50E-06	2,25E-09	8,50E-06	2,81E-09	5,06E-09	980
U-235(M) ^a	1,50E-06	2,25E-09	3,10E-06	1,02E-09	3,27E-09	640
U-235(F) ^a	1,50E-06	2,25E-09	5,20E-07	1,72E-10	2,42E-09	470
U-238(S) ^a	1,40E-06	2,10E-09	8,00E-06	2,64E-09	4,74E-09	920
U-238(M) ^a	1,40E-06	2,10E-09	2,90E-06	9,57E-10	3,06E-09	590
U-238(F) ^a	1,40E-06	2,10E-09	5,00E-07	1,65E-10	2,27E-09	440
U _{прир.}	1,80E-06	2,70E-09	1,04E-05	3,42E-09	6,12E-09	1200
Инертни газове						Пренебре- жимо малко (практи- чески 0)

^a Типове на поглъщане в дробовите: S - бавно; M - средно; F - бързо.
В случай на неопределеност се приема най-консервативното значение.



Таблица 16. Радиологичен еквивалент

Нуклид	Коефициенти за умножаване ^a	
	Замърсяване на съоръжението	Изхвърляне в атмосферата
Am-241	2000	8000
Co-60	2	50
Cs-134	0,9	3
Cs-137	0,6	40
H-3	0,002	0,02
I-131	1	1
Ir-192	0,4	2
Mn-54	0,1	4
Mo-99	0,05	0,08
P-32	0,3	0,2
Pu-239	3000	10 000
Ru-106	3	6
Sr-90	7	20
Te-132	0,3	0,3
U-235(S) ^б	600	1000
U-235(M) ^б	200	600
U-235(F) ^б	50	500
U-238 (S) ^б	500	900
U-238(M) ^б	100	600
U-238 (F) ^б	50	400
U _{прир.}	600	1000

^a Коефициента за умножаване е закръглен до една значима цифра.

^б Типове на поглъщане в дробовите: S - бавно; M - средно; F - бързо.

В случай на неопределеност се приема най-консервативното значение.



ПРИЛОЖЕНИЕ №2:

ПРАГОВИ НИВА ЗА ДЕТЕРМИНИСТИЧНИ ЕФЕКТИ

Критериите, свързани с детерминистичните ефекти, които са изложени в т.т. 3.22÷3.25, са предназначени да се прилагат към наблюдаваните детерминистични ефекти. Ако обаче по време на оценката на събитието не е известно дали действително ще възникне детерминистичен ефект, данните, представени в това приложение могат да се използват за определяне на оценката на събитието въз основа на дозата.

1. ФАТАЛНИ ДЕТЕРМИНИСТИЧНИ ЕФЕКТИ

В Таблица 17 е посочена вероятността от смърт от облъчване при медицински процедури за различни дози на облъчване [6].

2. ДРУГИ ДЕТЕРМИНИСТИЧНИ ЕФЕКТИ

При оценката на външното облъчване праговете нива се изразяват чрез претеглената по относителна биологична ефективност (RBE) погълната доза. Стойностите на тези нива са дадени в Таблица 18. За вътрешно облъчване праговете нива се изразяват чрез очакваната претеглена по RBE погълната доза, и са дадени в Таблица 19. Стойностите на относителната биологична ефективност (RBE) са представени в Таблица 20. Всички таблици представляват опростено представяне на информацията от документа на МААЕ EPR-D-Values-2006 [10].

Таблица 17. Вероятност от фатални детерминистични ефекти от преоблъчване

Кратковременна доза на облъчване на цялото тяло (Gy)	Вероятност от смърт от облъчване при медицински процедури (%)
0.5	0
1	0
1.5	< 5
2	< 5
3	15–30
6	50
10	90



Таблица 18. Прагови нива на претеглената по относителна биологична ефективност (RBE) доза от външно облъчване

Облъчване	Ефект	Орган или тъкан	Стойност на праговото ниво (Gy)
Локално облъчване от намиращ се в съседство източник	Некроз на меките тъкани	Мека тъкан ^a	25
Контактно облъчване от повърхностно радиоактивно замърсяване	Влажна десквамация	Дерма или кожа	10 ^b
Облъчване на цялото тяло от отдалечен източник или имерсия	(Бележка под линия б)	Торс	1 ^b

^a Мека тъкан на площ от 100 cm² и на дълбочина около 0,5 cm от повърхността на тялото.

^b Стойността е минималната прагова доза за развиване на всеки тежък детерминиран ефект от еднородно облъчване на цялото тяло. Праговото ниво от 1 Gy е избрано, тъй като това е долната граница на праговите нива за настъпване на тежки детерминистични ефекти върху червения костен мозък, щитовидната жлеза, лещата на окото и репродуктивните органи, както е показано в документа на МААЕ IAEA- TECDOC-1432 [16].

^b Предполага се, че е необходимо излагане на облъчване на това ниво на поне 100 cm² от кожата, за да доведе до сериозни детерминистични ефекти върху здравето. Дозата въздейства върху структурата на кожата на дълбочина 40 mg/cm² (или 0,4 mm) под повърхността.



РЪКОВОДСТВО

Определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС)

Таблица 19. Прагови нива на претеглената по относителна биологична ефективност (RBE) доза от вътрешно облъчване

Път на облъчване	Ефект	Орган или тъкан-мишена	Прагово ниво	
			Стойност (Gy)	Очакван период (деноноция)
Вдишване и поглъщане	Хемопоестичен синдром	Червен костен мозък ^{а,б}	0,2 ^в 2 ^г	30
Вдишване	Пневмонит	Алвеоларно-интерстициална област на дихателните пътища	30	30
Вдишване и поглъщане	Стомашно-чревен синдром	Дебело черво	20	30
Вдишване и поглъщане	Хипотиреоидизъм	Щитовидна жлеза	2 ^д	365 ^е

^а За случаи на поддържаща медицинска помощ.

^б Радионуклидите с $Z \geq 90$ в сравнение с $Z \leq 89$ имат различни биокинетични процеси, следователно различна динамика на образуване на дози в червения костен мозък при вътрешно облъчване. Поради това радионуклидите са разделени на две групи, за да се избегне прекомерната консервативност при оценката на риска от съответния здравен ефект.

^в За радионуклиди с $Z \geq 90$.

^г За радионуклиди с $Z \leq 89$.

^д Използвана е стойността от Приложение А на [16].

^е С оглед на биологичния и физическия период на полуразпада на радионуклидите, които водят до значителна доза на облъчване на щитовидната жлеза (изотопи на I и Te), тези дозови коефициенти всъщност са били получени за очаквания период, много по-малък от 365 дни; обаче за това референтно ниво е бил избран очакван период, равен на 365 дни.



Таблица 20. Стойностите на относителната биологична ефективност (RBE), използвани за тежки детерминистични здравни ефекти

Здравен ефект	Критичен орган	Облъчване ^a	RBE
Хемопоестичен синдром ^б	Червен костен мозък	Външно γ	1
		Външно n^0	3
		Вътрешно β, γ	1
		Вътрешно α	2
Пневмонит	Бели дробове	Вътрешно β, γ	1
		Вътрешно α	7
Стомашно-чревен синдром	Дебело черво	Вътрешно β, γ	1
		Вътрешно α	0 ^в
		Външно n^0	3
Влажна десквамация	Кожа ^г	Външно β, γ	1
Остър радиационен тиреоидит	Щитовидна жлеза	Поглъщане на някои йодни изотопи ^д	0,2
		Други тиреотропи	1
Некроза	Мека тъкан ^е	Външно β, γ	1

^a Външното β -, γ -облъчване включва дозата от спиращото излъчване, която се образува в материалите на източника.

^б За случаи на поддържаща медицинска помощ.

^в За алфа - източниците, равномерно разпределени в съдържанието на дебелото черво, се приема, че облъчването на стените на червата е незначително.

^г За кожен участък с площ от 100 cm², която се счита за живото-застрашаваща, дозата на кожата следва да се изчисли за дълбочина от 0,4 mm [6].

^д Равномерното облъчване на критичната тъкан на щитовидната жлеза се приема пет пъти по-вероятно да доведе до детерминистични здравни ефекти, отколкото вътрешното облъчване от нискоенергийни бета-излъчващи изотопи на йода, като ¹³¹I, ¹²⁹I, ¹²⁵I, ¹²⁴I и ¹²³I [6]. Тиреотропните радионуклиди имат хетерогенно разпределение в тъканите на щитовидната жлеза. Йод-131 излъчва нискоенергийни бета - частици, което води до намалена ефективност на облъчване на критични щитовидни тъкани поради разпръскването на тяхната енергия в други тъкани.

^е Облъчването на тъкани на дълбочина 0,5 cm под повърхността на тялото на площ над 100 cm² води до тежки детерминистични ефекти [16].



ПРИЛОЖЕНИЕ №3:

ЗНАЧЕНИЕ НА D-СТОЙНОСТТА ЗА НЯКОИ ИЗОТОПИ

Информацията е заимствана от публикацията на МААЕ „Категоризация на радиоактивните източници“ [9]. В тази публикация и в справочния материал към нея [10] са разгледани два типа D-стойности. D-стойностите представляват ниво на активност, над което източникът се счита за „опасен“ и потенциално може да предизвика тежки детерминистични ефекти, ако не се осигури неговото безопасно и надеждно управление.

D₁-стойността е активността на радионуклида в източника, която може при неконтролируеми условия и при липса на разпръскване (диспергиране) на материала (т.е. когато източника остава капсулиран), да доведе до аварийна ситуация, която може основателно да се очаква, че е способна да причини тежки детерминистични ефекти върху здравето.

D₂-стойността е активността на радионуклида в източника, която може при неконтролируеми условия и при разпръскване (диспергиране) на материала да доведе до аварийна ситуация, която може основателно да се очаква, че е способна да причини тежки детерминистични ефекти за здравето.

Препоръчителните D-стойности, по такъв начин, са най-ограничаващите (пределните) от D₁- и D₂-стойностите.

За да бъде в съответствие с този подход, в това приложение са предвидени два набора D-стойности. За Раздел 3 на настоящото ръководство, където критериите са свързани с разсеян (диспергиран) материал, се използват D₂-стойностите (Таблица 21). За Раздел 5 на настоящото ръководство, където критериите се отнасят до защитата в дълбочина, следва да се използват общите D-стойности (Таблица 22).

1. D₂-СТОЙНОСТИ ЗА РАДИОНУКЛИДИТЕ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ С КРИТЕРИИТЕ НА РАЗДЕЛ 3

Таблица 21. D₂ - стойности за редица изотопи

Радионуклид	D₂ (TBq)
Am-241	6.E-02
Am-241/Be	6.E-02
Au-198	3.E+01
Cd-109	3.E+01
Cf-252	1.E-02
Cm-244	5.E-02

Таблица 21. D_2 - стойности за редица изотопи (продължение)

Радионуклид	D_2 (TBq)
Co-57	4.E+02
Co-60	3.E+01
Cs-137	2.E+01
Fe-55	8.E+02
Gd-153	8.E+01
Ge-68	2.E+01
H-3	2.E+03
I-125	2.E-01
I-131	2.E-01
Ir-192	2.E+01
Kr-85	2.E+03
Mo-99	2.E+01
Ni-63	6.E+01
P-32	2.E+01
Pd-103	1.E+02
Pm-147	4.E+01
Po-210	6.E-02
Pu-238	6.E-02
Pu-239/Be	6.E-02
Ra-226	7.E-02
Ru-106(Rh-106)	1.E+01
Se-75	2.E+02
Sr-90(Y-90)	1.E+00
Tc-99m	7.E+02
Tl-204	2.E+01
Tm-170	2.E+01
Yb-169	3.E+01

**2. D-СТОЙНОСТИ ЗА РАДИОНУКЛИДИТЕ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ С
КРИТЕРИИТЕ НА РАЗДЕЛ 5****Таблица 22. D - стойности за редица изотопи**

Радионуклид	D (TBq)
Am-241	6.E-02
Am-241/Be	6.E-02
Au-198	2.E-01
Cd-109	2.E+01
Cf-252	2.E-02
Cm-244	5.E-02
Co-57	7.E-01
Co-60	3.E-02
Cs-137	1.E-01
Fe-55	8.E+02
Gd-153	1.E+00
Ge-68	7.E-01
H-3	2.E+03
I-125	2.E-01
I-131	2.E-01
Ir-192	8.E-02
Kr-85	3.E+01
Mo-99	3.E-01
Ni-63	6.E+01
P-32	1.E+01
Pd-103	9.E+01
Pm-147	4.E+01
Po-210	6.E-02
Pu-238	6.E-02
Pu-239/Be	6.E-02



Таблица 22. D - стойности за редица изотопи (продължение)

Радионуклид	D (TBq)
Ra-226	4.E-02
Ru-106(Rh-106)	3.E-01
Se-75	2.E-01
Sr-90(Y-90)	1.E+00
Tc-99m	7.E-01
Tl-204	2.E+01
Tm-170	2.E+01
Yb-169	3.E-01

3. ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ОБОБЩЕНИТЕ (АГРЕГИРАНИТЕ) СТОЙНОСТИ

Когато събитието е свързано с няколко радиоактивни източници или транспортни опаковки, трябва да се изчисли обобщената D-стойност. Въз основа на насоките, съдържащи се в публикациите на МААЕ „Категоризация на радиоактивните източници“ [9] и „Правила за безопасен превоз на радиоактивни материали“ [11], обобщената стойност се изчислява по следния начин:

$$1/D = \sum f_i/D_i,$$

където D е обобщеното (агрегираното) значение на D-стойността, f_i е дялът на изотопа i и D_i е D-стойността за изотопа i, или

$$A/D = \sum A_i/D_i,$$

където A е сумарната активност и A_i е активността на изотопа.



ПРИЛОЖЕНИЕ №4:

**КАТЕГОРИЗАЦИЯ НА РАДИОАКТИВНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ НА БАЗАТА НА
РАЗПРОСТРАНЕНИТЕ ВИДОВЕ ПРАКТИЧЕСКА ДЕЙНОСТ**

Информацията е заимствана от публикацията на МААЕ „Категоризация на радиоактивните източници“ [9].

Таблица 23. Категоризация на разпространените видове практическа дейност

Категория	Категоризация на разпространените видове практическа дейност	Типични изотопи
1	Радиоизотопни термоелектрически генератори (РИТЕГи)	Sr-90, Pu-238
	Облъчватели	Co-60, Cs-137
	Телетерапия	Co-60, Cs-137
	Стационарна многолъчева телетерапия (гама-нож)	Co-60
2	Промислена гама-радиография	Co-60, Se-75, Ir-192, Yb-169, Tm-170
	Брахитерапия с високи/средни мощности на дозата	Co-60, Cs-137, Ir-192
3	Стационарни промишлени средства за измерване:	
	- Нивомери	Co-60, Cs-137
	- Датчици на земекопни машини	Co-60, Cs-137
	- Конвейерни датчици, съдържащи високо-радиоактивни източници	Cs-137, Cf-252
	- Въртящи се измерители на дебелината на стените на тръби	Cs-137
	- Каротажни прибори	Am-241/Be, Cs-137, Cf-252

**Таблица 23. Категоризация на разпространените видове практическа дейност (продължение)**

Категория	Категоризация на разпространените видове практическа дейност	Типични изотопи
4	Брахитерапия с ниска мощност на дозата (с изключение на очните апликатори и постоянните имплантни източници)	I-125, Cs-137, Ir-192, Au-198, Ra-226, Cf-252
	Дебеломери/ средства за измерване нивото на запълване	Kr-85, Sr-90, Cs-137, Am-241, Pm-147, Cm-244
	Преносими датчици (например датчици на влажност/плътномери)	Cs-137, Ra-226, Am-241/Be, Cf-252
	Денситометри на костите	Cd-109, I-125, Gd-153, Am-241
	Неутрализатори на статично електричество	Po-210, Am-241
5	Брахитерапия с ниска мощност на дозата - очни апликатори и постоянни имплантни източници	Sr-90, Ru/Rh-106, Pd-103
	Рентгеново-флуоресцентни анализатори	Fe-55, Cd-109, Co-57
	Електронно-захващащи детектори	Ni-63, H-3
	Мьосбауерова спектроскопия	Co-57
	Контролни източници за позитронно-емисионна томография (PET)	Ge-68



ПРИЛОЖЕНИЕ №5:

**ПРИМЕРИ ЗА ИЗХОДНИ СЪБИТИЯ И ЧЕСТОТА НА ТЯХНОТО
ВЪЗНИКВАНЕ (ЗА РЕАКТОРИ С ТОПЛОНОСИТЕЛ И ЗАБАВИТЕЛ ВОДА
ПОД НАЛЯГАНЕ)**

Всеки тип реактор има свой собствен списък и класификация на изходните събития като част от неговата обосновка на безопасността. В това приложение са дадени някои типични примери за изходни събития, предвидени в проектните основи, които са били използвани за енергийни реактори от типа PWR и VVER. Изходните събития са категоризирани в зависимост от честотата на тяхната поява в три категории: „Очаквани“, „Възможни“ и „Малко вероятни“.

1. КАТЕГОРИЯ 1 „ОЧАКВАНИ“:

- Аварийно спиране на реактора;
- Непреднамерено намаляване на концентрацията на борна киселина в системата за борно регулиране;
- Загуба на разхода на подхранваща вода;
- Намаляване на налягането в контура на топлоносителя на реактора (първи контур) в резултат на непреднамерено задействане на активен елемент на оборудването (например предпазен или работен клапан);
- Непреднамерено намаляване на налягането в контура на топлоносителя (първи контур) в резултат на действие на основната или спомагателната система за въпръск в компенсатора на налягането;
- Изтичане от тръбопроводи в системата на втори контур, което не възпрепятства контролираното спиране и разхлаждане на реактора;
- Изтичане от топлообменна тръбичка на парогенератор, което превишава стойността, допустима от Технологичния регламент за експлоатация, но е по-малко отколкото изтичане, еквивалентно на пълно разкъсване на тръбичката;
- Изтичане на топлоносител от контура на топлоносителя на реактора (първи контур), което не възпрепятства контролирано спиране и разхлаждане на реактора;
- Загуба на външно променливотоково електрозахранване, включително смущения в напрежението и честотата на тока;
- Работа с горивна касета в неправилно ориентирано или изместено положение;
- Непреднамерено изваждане на отделен орган за регулиране по време на презареждане на горивото;
- Незначителен инцидент при манипулации с гориво;
- Пълна загуба или прекъсване на принудителната циркулация на топлоносителя в контура на топлоносителя на реактора (първи контур), с изключение на блокиране на ротора на главна циркулационна помпа.

2. КАТЕГОРИЯ 2 „ВЪЗМОЖНИ“:

- Авария с малка загуба на топлоносител от първи контур (LOCA);
- Пълно разкъсване на една топлообменна тръбичка на парогенератор;
- Падане на една отработена горивна касета, което не засяга други горивни касети;
- Изтичане на топлоносител от басейна за съхранение на отработеното гориво, надвишаващо нормалната възможност за подхранване;



- Изтичане на топлоносител от контура на топлоносителя на реактора (първи контур) през системата на предпазните и работните клапани.

3. КАТЕГОРИЯ 3 „МАЛКО ВЕРОЯТНИ“:

- Авария с голяма загуба на топлоносител (LOCA), включително разкъсване на тръбопровод с максимален диаметър в контура под налягане за циркулация на топлоносителя на реактора (първи контур);
- Неконтролирано изхвърляне на единичен орган за регулиране;
- Разкъсване на тръбопровод от втори контур с голям диаметър, включително тръбопровод с максимален диаметър;
- Падане на отработена горивна касета върху други отработени горивни касети.



ПРИЛОЖЕНИЕ №6:

**ПОДРОБНО ОПИСАНИЕ НА МЕТОДИКАТА ЗА ОЦЕНКА ВАЖНОСТТА НА
СЪБИТИЯТА СЪГЛАСНО МЕЖДУНАРОДНАТА СКАЛА ЗА ЯДРЕНИ И
РАДИАЦИОННИ СЪБИТИЯ НА МААЕ (СКАЛАТА ИНЕС)**

1. КРАТКО ОПИСАНИЕ НА СКАЛАТА ИНЕС

ОБЩИ СВЕДЕНИЯ

1.1. Международната скала за ядрени и радиационни събития (ИНЕС) [6] се използва за оперативно и обосновано информиране на обществеността за важността по отношение на безопасността на събития, свързани с ядрени съоръжения и други източници на йонизиращи лъчения (ИЙЛ). Тя обхваща широк спектър от различни видове практически дейности, включително промишлено приложение (например радиографски контрол), използване на ИЙЛ в медицината, дейности в ядрени съоръжения, както и превоз на радиоактивни материали. Чрез осигуряване на реална оценка на събитията, възникващи при осъществяването на всички тези дейности, скалата ИНЕС може да улесни взаимното разбиране между специалистите, средствата за масова информация и обществеността.

1.2. Скалата е разработена през 1990 г. от международна група експерти, учредена от Международната агенция за атомна енергия (МААЕ) и Агенцията за ядрена енергия на Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (АЯЕ/ОИСР). Първоначално тя е отразявала опита, натрупан при използването на аналогични скали във Франция и в Япония, а също така при изучаване на възможностите за различни варианти на скали, използвани в редица страни. МААЕ е координирала нейното развитие и актуализиране в сътрудничество с АЯЕ/ОИСР и при подкрепата на повече от 60 национални представители, които официално представляват страните - членки на ИНЕС по време на периодичните техническите съвещания на ИНЕС.

1.3. Първоначално скалата ИНЕС е прилагана за оценка на събития в ядрени електроцентрали, след което е допълнена и актуализирана по такъв начин, че да може да се прилага за всички съоръжения, свързани с гражданската ядрена промишленост и енергетика. По-късно тя е била разширена и допълнена във връзка с нарасналата необходимост от предаване на съобщения за важността на всички събития, свързани с превоз, съхранение и използване на радиоактивни материали и източници на йонизиращи лъчения. В последното преразгледано издание на Ръководството за скалата ИНЕС на МААЕ [6] са включени указания за всички случаи на използване на скалата.

ОБЩО ОПИСАНИЕ НА СКАЛАТА

1.4. В рамките на скалата ИНЕС събитията се класифицират на седем нива (степени), като събитията от нива 4 до 7 се дефинират като „аварии“, а тези от нива 1 до 3 - като „инциденти“. Събития, които не са съществени от гледна точка на безопасността, се класифицират като „събития под скалата/ниво 0“. Събития, които нямат отношение към ядрената безопасност или радиационната защита, не се класифицират по скалата ИНЕС.

1.5. С цел информиране на обществеността за събитията, всяко ниво по скалата ИНЕС има строго определено наименование. По ред на увеличаване сериозността на събитието това са: „аномалия“, „инцидент“, „сериозен инцидент“, „авария с локални последствия“, „авария с широки последствия“¹, „сериозна авария“ и „тежка авария“ (Фигура 1 на ръководството).



1.6. При разработване на скалата е избран принцип, който се състои в това, че важността на събитията за безопасността нараства примерно с един порядък за всяко ниво (т.е. скалата е логаритмична). Аварии в АЕЦ „Чернобил“ през 1986г. и в АЕЦ „Фукушима“ през 2011г. се оценяват на ниво 7 по скалата ИНЕС. Тези аварии се характеризират с широко разпространено въздействие върху хората и околната среда.

1.7. Едно от главните съображения при разработването на критериите за оценка на събитията по скалата ИНЕС е ясно да се разграничи степента на значимост на по-леки и по-локализирани събития от най-тежката авария. Поради това, аварията от 1979г. в АЕЦ „Три Майл Айланд“ се оценява на ниво 5 по ИНЕС, а събитие, което води до един смъртен случай в резултат на облъчване с йонизиращи лъчения, се оценява на ниво 4.

1.8. Структурата на скалата е представена в Таблица 1 на ръководството. Събитията се разглеждат в зависимост от тяхното въздействие в три различни области: въздействие върху хората и околната среда; въздействие върху физическите бариери и контрол в съоръженията; и въздействие върху защитата в дълбочина.

1.9. Въздействието върху хората и околната среда може да бъде локално (например получени дози на облъчване от един или няколко души близо до местоположението на събитието) или широко разпространено, както в случай на изхвърляне в околната среда на радиоактивен материал от съоръжението. Въздействието върху физическите бариери и контрол в съоръженията е свързано само със съоръжения, в които има голямо количество радиоактивен материал като ядрени енергийни реактори, съоръжения от ядрения горивен цикъл (например съхраняване и преработване на отработено ядрено гориво или на радиоактивни отпадъци и др.), големи изследователски реактори или големи съоръжения за производство на източници на йонизиращи лъчения. Тази категория обхваща също събития като стопяване на активната зона на реактор и изхвърляне в околната среда на значително количество радиоактивен материал в резултат на излизане от строя на физическите бариери, които събития създават заплахата за безопасността на хората и околната среда. Събитията, които се оценяват в тези две области (хора и околна среда, физически бариери и контрол), са описани в настоящото ръководство като събития с „действителни последици“. Влошаването на състоянието (деградацията) на защитата в дълбочина е главно свързано със събития, които нямат действителни последици, когато предвидените мерки за предотвратяване на аварии или намаляване на техните последици не са сработили в съответствие с тяхното предназначение.

1.10. Ниво 1 се прилага само в случаите на влошаване на състоянието (деградация) на защитата в дълбочина. Нива 2 и 3 обхващат случаи на по-сериозно влошаване на състоянието на защитата в дълбочина или по-ниски степени на действителни последици за хората или съоръженията. Нива от 4 до 7 отразяват нарастваща степен на действителните последици за хората и околната среда.

1.11. Въпреки че скалата ИНЕС обхваща широк диапазон от различни видове практически дейности, е малко вероятно събития, свързани с някои видове практическа дейност, да бъдат оценени с помощта на високите нива на скалата. Например събития, свързани с превоз на източници на йонизиращи лъчения, които се използват в промишлената радиография, никога не могат да бъдат оценени по-високо от ниво 4, даже когато източникът е бил взет от неговото правилно местоположение и е бил неправилно съхраняван или използван.

¹ Например изхвърляне на радиоактивни материали от съоръжението, което може да доведе до прилагането на определено защитно действие, или няколко смъртни случая в резултат на оставен безstopанствен мощен радиоактивен източник.



СФЕРА НА ПРИЛАГАНЕ НА СКАЛАТА

1.12. Скалата ИНЕС може да се прилага за събития в ядрени съоръжения и при превоз, съхраняване и използване на радиоактивни материали и източници на йонизиращи лъчения. Тя се използва независимо от това дали събитието е настъпило в съоръжението или извън него. Скалата обхваща загуба или кражба на радиоактивни източници или опаковки и намиране на безстопанствени източници, например такива, които неволно са станали предмет на търговия със скрап. Скалата може също да бъде прилагана за събития, включващи непланирано облъчване на отделни лица при извършването на други видове практическа дейност.

1.13. Скалата е предназначена за използване само за събития в граждански (невоенни) съоръжения и е свързана само с аспектите на безопасността на събитията. Скалата не е предназначена за определяне важността на събития, свързани физическата безопасност или злонамерени действия, целта на които е преднамерено облъчване на хора.

1.14. Ако съоръжението или устройството се използва за медицински цели (например в радиодиагностиката или лъчевата терапия), указанията, съдържащи се в настоящото ръководство, се прилагат за оценка важността на събитията, които водят до фактическо облъчване на персонала и населението или които са свързани с влошаване (деградация) на работните характеристики на устройството или недостатъци на мерките за безопасност. Скалата за сега не обхваща фактическите или потенциалните последствия за пациентите, които се облъчват в процеса на изпълнение на медицинските процедури.

1.15. Скалата не се прилага за оценката на всички събития, които могат да възникнат в ядрено съоръжение или съоръжение с източници на йонизиращи лъчения. Тя не обхваща събития, свързани с техническата безопасност, или други събития, които не са важни за безопасността на източниците на йонизиращи лъчения и за ядрената безопасност. Например събития, водещи до възникването само на химическа опасност, като например газообразно изхвърляне на нерадиоактивен материал, или такова събитие, при което има падане на работник от височина или поражение от електрически ток, което е довело до травма или смърт на работник в ядрено съоръжение, не подлежи на оценка с използването на скалата ИНЕС. По същия начин събития, въздействащи на експлоатационната готовност на турбина или генератор, ако те не оказват влияние върху безопасността при работа на реактора на мощност, не се оценяват по скалата. Същото важи и за пожари, ако те не включват някаква вероятна радиологична опасност и не засягат оборудване, свързано с осигуряването на радиационната защита или ядрената безопасност.

ПРИНЦИПИ ЗА ИЗБОР НА КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА ПО СКАЛАТА ИНЕС

1.16. Всички събития трябва да се оценяват в зависимост от тяхното въздействие в трите области, посочени в т. 1.8., а именно: хора и околна среда; физически бариери и контрол; и защита в дълбочина. Събитието се оценява по скалата ИНЕС на най-високото ниво, определено в резултат на оценката на всяка от тези три области. В следващите подраздели (хора и околна среда; физически бариери и контрол; защита в дълбочина) кратко са изложени принципите, които се използват за оценка на въздействието във всяка от областите.

Хора и околна среда

1.17. Най-простият подход за оценка на практическите последствия за хората може да бъде оценката, която се базира на получените дози на облъчване. Обаче в случай на аварии този подход не може да се счита за подходящ, тъй като той не позволява да се отчита целия спектър на последствията. Например ефективното прилагане на



противоаварийните мероприятия за евакуация на населението може да намали облъчването до относително неголеми дози независимо от значителните мащаби на аварията на съоръжението. Оценката на подобно събитие само на основата на получените дози на облъчване не отразява истинската значимост на случилото се на съоръжението и тя не отчита вероятността от широко разпространение на радиоактивното замърсяване. Затова за аварийните нива на скалата ИНЕС (от 4 до 7) са разработени критерии, които се основават на количествената оценка на изхвърления радиоактивен материал, а не на получената доза. Тези критерии се прилагат само за практическа дейност, при която съществува потенциална опасност от разпръскване (диспергиране) на значително количество радиоактивен материал.

1.18. С цел обхващане на широк диапазон от различни радиоактивни вещества, изхвърлянето на които се счита за възможно, в скалата ИНЕС е използвана концепцията за „радиологичен еквивалент“. Количеството в този случай се изразява в терабекерели йод-131 (^{131}I), и се дефинират коефициенти на преобразуване за определяне на еквивалентното ниво за други изотопи, което би могло да доведе до същото ниво на ефективната доза.

1.19. При събития с по-ниско ниво на въздействие върху хората и околната среда оценката се базира на получените дози и броя на облъчените хора.

Физически бариери и контрол

1.20. За големи съоръжения, на които потенциално е възможно (макар и с малка вероятност) да стане изхвърляне на голямо количество радиоактивни вещества, когато границите на площадката са ясно определени при лицензирането на съоръжението, съществува вероятност от възникване на събития, при които има значителни откази на физическите бариери без значителни последствия за хората и околната среда (например стопяване на активната зона на реактора, когато радиоактивните материали се задържат в границите на херметичната конструкция). Съществува също вероятност от възникване на събития на такива съоръжения, при които има значително разпространение на радиоактивно замърсяване или повишено ниво на радиация, но се запазва голяма част от защитата в дълбочина, която би могла да предотврати възникването на значителни последствия за хората и околната среда. И в двата случая не възникват значителни последствия за отделни лица извън границите на площадката, обаче в първия случай се увеличава вероятността от такива последствия за отделни лица, а във втория случай такива откази представляват значителен срив в управлението на радиационния контрол. Важно е при оценката на такива събития по скалата ИНЕС да се отчитат по подходящ начин тези моменти.

1.21. Критериите, отразяващи тези моменти, се прилагат само за лицензирани съоръжения, на които има голямо количество радиоактивни материали. В случаите на събития, свързани с източници на йонизиращи лъчения и превоз на радиоактивни материали е необходимо да се прилага само критерия за въздействие върху хората и околната среда, а също така и върху защитата в дълбочина.

Защита в дълбочина

1.22. Скалата ИНЕС е предназначена да се прилага за всички радиологични събития, а също така и за всички събития, които са важни от гледна точка на ядрената безопасност и радиационната защита, огромното болшинство от които е свързано с откази на оборудване или нарушения при изпълнение (недостатъци) на процедурите (регламентите, инструкциите). Много такива събития не водят до действителни последствия, обаче се приема, че някои от тях се характеризират с по-голяма значимост от гледна точка на безопасността. Ако събития от този тип се класифицираха само на базата на действителните последствия, то всички те биха се оценявали като „събития под



скалата/ниво 0“, и скалата нямаше да има реална ценност за оценка на такива събития. Затова още в самото начало на създаването на скалата ИНЕС е било решено, че скалата трябва да обхваща не само фактическите, но и потенциалните последствия на събитията.

1.23. Концепцията на защитата в дълбочина се прилага чрез осигуряване на поредица от физически (радиологични) бариери и няколко нива на защита, насочени към осигуряване на защита от въздействието на йонизиращите лъчения и смекчаване на последствията, в случай че превантивните мерки не са били успешни [3]. Разработен е набор от критерии, за да се отразят случаите, които се наричат „деградация на защитата в дълбочина“. Тези критерии предполагат, че във всички дейности, свързани с превоз, съхранение и използване на радиоактивен материал и източници на йонизиращи лъчения, се предвиждат редица средства за осигуряване на безопасността. Броят и надеждността на тези средства зависи от тяхната конструкция и от мащаба на опасността. Събитията могат да протичат по такъв начин, че част от тези средства за осигуряване на безопасността да предотвратяват възникването на действителни последствия. За да бъде информирана обществеността за важността на такива събития, са определени критерии, които зависят от количеството на радиоактивния материал и тежестта на отказа на средствата за осигуряване на безопасността.

1.24. Тъй като тези събития са свързани само с по-голямата вероятност от възникване на аварии без действителни последствия, максималната оценка на такива събития се определя на ниво 3 (сериозен инцидент). Това максимално ниво се прилага само за практическа дейност, при осъществяването на която съществува вероятност от възникване на значителна авария при отказ на всички средства за осигуряване на безопасността (която се оценява на ниво 5, 6 или 7 по скалата ИНЕС). При събития, свързани с практическа дейност, която се характеризира с по-ниска потенциална опасност (например превоз на медицински или промишлени радиоактивни източници с малка мощност), максималната оценка по категорията на защитата в дълбочина съответно ще бъде по-ниска.

1.25. В категорията на защитата в дълбочина се отчитат също така наречените допълнителни фактори, в които са включени: откази по обща причина, недостатъци на процедурите (регламентите, инструкциите) и недостатъци на културата на безопасност. При отчитане на тези допълнителни фактори използваните критерии позволяват да се повиши оценката с едно ниво по сравнение с оценката, получена само при отчитане на значимостта на фактическите откази на оборудването или нарушението на административните процедури. При събития, свързани с източници на йонизиращи лъчения и превоз на радиоактивни материали, възможността за повишаване на оценката в резултат на отчитане на допълнителните фактори е предвидена в таблиците за оценка и не се разглежда отделно.

1.26. В настоящото ръководство са определени подробни критерии, които са разработени за прилагане на тези принципи. Използват се три конкретни и съвместими подхода: един за събития, свързани с превоз и с източници на йонизиращи лъчения, един специфичен за събития на енергийни реактори при работа на мощност, и един за други съоръжения (включително събития на спрени и разхладени реактори, събития на изследователски реактори и събития при извеждане от експлоатация на ядрени съоръжения). Поради това за критерия на защитата в дълбочина за всеки от тези три подхода в настоящото ръководство е предвиден отделен раздел. Всеки раздел е самостоятелен и дава ръководни указания, отнасящи се до съответните събития.

1.27. Критериите за събития, свързани с превоз и с източници на йонизиращи лъчения, са представени в серия от таблици, в които се обединяват всичките тези три елемента на защитата в дълбочина, посочени по-горе (т.е. количеството радиоактивен материал,



степената на отказа на средствата за осигуряване на безопасността и допълнителните фактори).

1.28. Критериите за енергийните реактори, които работят на мощност, осигуряват получаването на базовото ниво на оценка с използването на две таблици, и позволяват да се повиши оценката с една степен с отчитане на допълнителните фактори. Базовото ниво на оценката, определено в съответствие с таблиците, зависи от това, дали се е изисквало задействането на средствата за осигуряване на безопасността, от степента на деградация на средствата за осигуряване на безопасността, и от вероятността за такова събитие, което изисква задействането на тези средства.

1.29. Критериите за събития на енергийни реактори в студено състояние, събития на изследователски реактори и на други лицензирани съоръжения осигуряват получаването на базовото ниво на оценка на основата на таблица, в зависимост от максималните последици, мащаба на отказите на средствата за осигуряване на безопасността и количеството на съхранените средства за осигуряване на безопасността. Този последен фактор се отчита чрез групиране на средствата за осигуряване на безопасността в т.н. независими нива на защита, както и определянето на броя на такива нива на защита. По този начин, в резултат на отчитането на допълнителните фактори в съответните случаи, базовото ниво на оценка се повишава с още една степен.

Обща (финална) оценка

1.30. В общата (финалната) оценка на събитието трябва да се отчитат всички съответстващи критерии, посочени в т.т. 1.17÷1.29. Всяко събитие трябва да се разглежда с използването на всеки от подходящите критерии, при което за събитието се прилага максималната получена оценка. Проверката за съответствие с общото описание на нивата по скалата ИНЕС осигурява правилно провеждане на оценката. Общия подход за оценка на събитията е представен на логическите схеми в Раздел 8 на ръководството.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА СКАЛАТА

1.31. Скалата ИНЕС е инструмент за комуникация. Главното предназначение на скалата е облекчаване на комуникацията и взаимното разбиране между специалистите, средствата за масова информация и населението по отношение важността на събитията от гледна точка на безопасността. Някои допълнителни конкретни указания за използването на скалата ИНЕС за съобщаване на информация за събития са дадени в т.т. 1.36÷1.44 на следващия подраздел.

1.32. Скалата ИНЕС, или международната комуникационна система, базираща се на тази скала, не преследват целта за определяне на практическа дейност или съоръжение, които трябва да бъдат обхванати от системата на регулаторен контрол, или целта за определяне на изисквания по отношения на събития, за които титулярът на разрешение или лицензиантът трябва да докладва на регулаторния орган или на обществеността. Информирането за събития и за тяхната оценка по скалата ИНЕС не трябва да се разглежда като функциониране на официална информационна система. По същия начин критериите на скалата не могат да заменят съществуващите добре разработени критерии, които се използват при определяне на официално провежданите противоаварийни мероприятия. Целта на скалата ИНЕС е да спомогне за придобиване на правилна представа за важността от гледна точка на безопасността на събитията при изготвяне на съобщенията за тях.

1.33. Важно е съобщенията да се предават оперативно (оповестяването да става бързо). В противен случай в резултат на произволно тълкуване в средствата за масова информация и при слухове сред населението се създава неправилна представа за дадено събитие. В



някои случаи, когато в началния етап не са известни всички детайли на събитието, следва да се съобщава предварителната оценка на базата на съществуващата към момента информация и компетентното мнение на специалистите, които добре разбират характера на даденото събитие. По-късно се съобщава окончателната оценка по скалата ИНЕС и се дават пояснения по отношение на възможно разминаване на информацията с първоначалното съобщение. Уведомяването на Агенцията за ядрено регулиране (АЯР) и на гражданите за събития се извършва в съответствие с чл. 23 на Наредбата за условията и реда за уведомяване на АЯР за събития в ядрени съоръжения, в обекти и при дейности с източници на йонизиращи лъчения и при превоз на радиоактивни вещества [2].

1.34. С цел облекчаване на предаването на международни съобщения за събития, които привличат или могат да привлекат към себе си широко внимание, МААЕ и АЯЕ/ОИСР са разработили комуникационна мрежа, която позволява въвеждането на подробни сведения за събития в специален Формуляр за оценка на събитието (ФОС), който след това незабавно се разпространява между всички страни-членки на ИНЕС. От 2001 г. тази Интернет-базирана информационна услуга се използва от страните-членки на ИНЕС за предаване на съобщения за събития на специалистите (техническата общност), средствата за масова информация и населението (Nuclear Events Web-based System (NEWS), IAEA, Vienna, 2001) [8].

1.35. Редът за информиране на населението за незначителни събития може да бъде различен и е трудно да се осигури точно съответствие при класификацията на събития, близки до границата между оценките „събитие под скалата/ниво 0“ и ниво 1. Информацията за събития от ниво 2 по ИНЕС и по-високо обаче се получава, но поради статистически малкото количество такива събития, което се променя всяка година, е трудно провеждането на значими анализи и сравнения на международно ниво.

ПРЕДСТАВЯНЕ НА ИНФОРМАЦИЯ ЗА СЪБИТИЯ

Общи принципи

1.36. В ръководния документ на МААЕ “Ръководство за ползвателите на скалата ИНЕС” [6] не е определен реда за предаване на национални съобщения, обаче съществуват някои общи принципи, които могат да се прилагат. Тези принципи са изложени в настоящия подраздел.

1.37. При предаване на съобщения за събития с използване на оценката по скалата ИНЕС трябва да се има в предвид, че целевата аудитория се състои преди всичко от средствата за масова информация и населението. Поради това следва:

- да се използва разбираем език и да се избягва употребата на технически жаргон в обобщеното описание на събитието;
- да се избягва употребата на съкращения, особено при описание на оборудването и системите (например трябва да се напише „главна циркуляционна помпа“, а не ГЦП);
- да се посочват потвърдени действителни последствия, като например детерминистични ефекти за здравето на работниците и/или лицата от населението;
- да се посочва оценен брой на работниците и/или лицата от населението, които са били облъчени, а също така получената от тях фактическа доза;
- ясно да се потвърждава отсъствието на последствия за хората и околната среда, когато няма такива;
- да се посочва информация за всички приложени защитни мерки.

1.38. При съобщаване на информация за събития в ядрени съоръжения се посочва:



- дата и време на събитието;
- название на съоръжението и неговото местоположение;
- тип на съоръжението;
- главните системи, които са били подложени на въздействие, ако има такива в конкретния случай;
- общо заключение относно наличието или отсъствието на изхвърляне на радиоактивни вещества в околната среда или последствия за хората и околната среда.

1.39. В описанието на събития, свързани с източници на йонизиращи лъчения или превоз на радиоактивни материали, се включва информация за:

- радионуклидите, участващи в събитията;
- практическата дейност, при която е бил използван източника, и неговата категория по класификацията на МААЕ [9];
- състоянието на източника и свързаните с него устройства. Ако източникът е бил загубен се посочва всяка информация, която може да бъде полезна при идентифициране на източника или устройството, като например регистрационния сериен номер.

Международни съобщения

1.40. МААЕ поддържа функционирането на система, която облекчава предаването на международни съобщения за събития. Трябва да се има в предвид, че това не е официална информационна система и че тя работи на доброволна основа. Тази система е предназначена да облекчи комуникацията и взаимното разбиране между техническата общност (съответния отрасъл и регулаторните органи), средствата за масова информация и населението по отношение на важността от гледна точка на безопасността на събития, които могат да привлекат вниманието на средствата за масова информация на международно ниво. Тази система е полезна също за предаване на съобщения за трансгранични събития, свързани с превоз.

1.41. Много страни са се съгласили да участват в системата ИНЕС, доколкото те безусловно признават важността на осигуряването на открити съобщения за събития с ясно определяне на тяхната важност за безопасността. МААЕ препоръчва на всички страни да изпращат съобщения за събития на международно ниво (по възможност в течение на 24 часа) в съответствие със следните съгласувани критерии:

- събития, оценени на ниво 2 по скалата ИНЕС, или по-високо ниво;
- събития, които предизвикват международен обществен интерес.

1.42. В отделни случаи може да е необходим по - дълъг период от време за уточняване или оценка на действителните последствия на събитието. В такива случаи следва да се дава предварителна оценка на нивото по скалата ИНЕС с последваща окончателна оценка, която се съобщава по-късно.

1.43. Информацията за събития се изпраща в системата на МААЕ от националните представители по ИНЕС, които са официално назначени от страните - членки. В системата е предвидено представяне на описание на събитието, оценката по скалата ИНЕС, съобщение за печата (на националния и на английски език) и на техническа документация за специалисти. Описанието на събитието, оценката по ИНЕС и съобщението за печата са достъпни на широката общественост без регистрация. Достъпът до техническата документация е ограничен и се предоставя само на назначените и регистрирани експерти.

1.44. Основните елементи на информацията, която се предоставя в случай на възникване



на конкретно събитие, е посочена във Формуляра за оценка на събитието (ФОС). Информацията, която се съобщава на обществеността, трябва да удовлетворява общите принципи, изложени в т.т. 1.36÷1.39. При прилагане на скалата при превоз на радиоактивни материали, участието на няколко страни в някои събития, свързани с превоза, може да затрудни предаването на съобщения. Независимо от това за всяко събитие трябва да се представя ФОС само от една страна. ФОС, до който обществеността няма пряк достъп, се предоставя от страната, в която се е случило събитието. В тези случаи се прилагат следните принципи:

- предполага се, че страната, която първа е регистрирала събитието, започва обсъждане на въпроса за това, коя страна ще представи ФОС;
- в общия случай, ако събитието е довело до физически последствия, е целесъобразно страната, в която тези последствия са се случили, да предостави ФОС. Ако събитието води до нарушения в административния контрол или до повреждане на опаковъчния комплект, е целесъобразно страната, която е изпратила опаковката, да предостави ФОС. В случай на загубена опаковка е целесъобразно страната, от където произхожда товара, да извърши оценка и да предаде съобщение за събитието;
- в случаите, когато други страни изискват информация, тази информация може да бъде получена чрез съответните компетентни органи и тя следва да се отчита при подготовка на ФОС;
- при събития, свързани с ядрени съоръжения, е необходимо да се посочи наименованието на съоръжението, неговото местоположение и тип;
- при събития, свързани с източници на йонизиращи лъчения, е полезно да се включат някои технически детайли за източника/устройството, или да се посочи регистрационния номер на устройството, тъй като системата ИНЕС осигурява оперативно разпространение на такава информация на международно ниво;
- при събития, свързани с превоз на радиоактивни материали, е полезно да се посочва типа на опаковката (например освободена, промишлена, Тип А, В);
- при ядрени съоръжения предоставяната базова информация включва название, тип и местонахождение на съоръжението, а също така описание на въздействието върху хората и околната среда. Независимо от съществуването на други механизми за международен обмен на експлоатационния опит, системата ИНЕС осигурява предаване на първоначалното съобщение за събитието на средствата за масова информация, населението и специалистите (техническата общност);
- ФОС също съдържа информация за основата, използвана за оценка на събитието. Тази информация не е част от материалите, включени в съобщението за обществеността, но тя е полезна за другите национални представители и им позволява да разберат основата за оценката на събитието и да реагират по подходящ начин на всички възникнали въпроси. В пояснителния материал към оценката по ИНЕС следва ясно да се покаже как е била извършена оценката на събитието с позоваване на съответните елементи от процедурата за оценка.

2. ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ ХОРАТА И ОКОЛНАТА СРЕДА ОБЩО ОПИСАНИЕ

2.1. Оценката на събитията в зависимост от въздействието върху хората и околната среда отразява фактическото радиологично въздействие върху персонала, населението и околната среда. Оценката се базира на дозите на облъчване на хората или на количеството



на изхвърления в околната среда радиоактивен материал. Когато оценката се основава на дозата на облъчване, тя също така отчита и броя на облъчените лица. Събитията трябва също да се оценяват с използването на критериите, свързани със защитата в дълбочина (Раздели 4, 5 или 6), а в съответните случаи с използването и на критериите, свързани с физическите бариери и контрола на съоръженията (Раздел 3), ако използването на тези критерии води до по-висока оценка по скалата ИНЕС.

2.2. При сериозен инцидент или авария понякога е невъзможно да се определи достатъчно точно получената доза на облъчване или размера на изхвърлянето в ранните стадии на събитието. Но въпреки това може да се извърши първоначална оценка, която е основание да се изготви и да се представи предварителна оценка на нивото на събитието по скалата ИНЕС. Това е необходимо, тъй като скалата ИНЕС е предназначена за осигуряване на оперативно предаване на съобщения за важността на събитията от гледна точка на безопасността.

2.3. Когато няма изхвърляне на значително количество радиоактивен материал, но такова изхвърляне е възможно да се случи ако даденото събитие не се контролира, предварителната оценка на нивото по ИНЕС следва да се извършва на основата на това, което фактически се е случило към дадения момент (с използване на всички съответстващи критерии на ИНЕС). Възможно е последващата преоценка на последствията да изисква преразглеждането на предварителната оценка по ИНЕС.

2.4. В този раздел са описани два типа критерии:

- количество на изхвърлената активност: прилага се в случаите на голямо изхвърляне на радиоактивен материал в околната среда;
- дозите, получени от отделни лица: прилага се при всички други ситуации.

2.5. Процедурите за прилагане на тези критерии накратко са изложени на блок-схемите в Раздел 8. Трябва да се отбележи обаче, че в случай на събития, свързани с превоз и с източници на йонизиращи лъчения, е необходимо да се разглеждат само критериите, засягащи дозите на облъчване, получени от отделни лица, когато има значително изхвърляне на радиоактивен материал.

АКТИВНОСТ НА ИЗХВЪРЛЯНЕТО

2.6. Горните четири нива на скалата ИНЕС (нива 4 – 7) включват определяне на количеството изхвърлена активност, като се определя значението на нейния радиологичен еквивалент в съответствие с броя терабекерели йод-131 (^{131}I). Методът за определяне на радиологичния еквивалент е изложен в т.т. 2.8÷2.10 по-долу.

2.7. Причината за използване на количеството изхвърлена активност вместо оценката на дозата е обусловена от това, че в случаите на големи изхвърляния фактически получената доза в много голяма степен зависи от предприетите защитни мерки и другите условия на околната среда. Ако защитните мерки се прилагат успешно, то получените дози няма да се увеличават пропорционално на количеството изхвърлени радиоактивни материали.

Методи за оценка на изхвърлянията

2.8. Има два метода за оценка на радиологичната значимост на изхвърлянето в зависимост от произхода на изхвърлянето и съответно най-подходящите допускания по отношение на оценката на еквивалентността на изхвърлянето. За атмосферно изхвърляне от ядрено съоръжение, като например реактор или съоръжение от ядрения горивен цикъл, в Таблица 2 са посочени коефициентите за преизчисляване на радиологичния еквивалент по йод ^{131}I , които следва да се използват в този случай. Фактическата активност на



изотопа в изхвърлянето следва да се умножи на коефициента, посочен в Таблица 2, а след това тя да се сравни с величините, посочени в определенията за всяко ниво. Ако се изхвърлят няколко изотопа, то следва да се пресметне и след това да се сумира еквивалентната величина за всеки един от тях. Редът за пресмятане на тези коефициенти е разяснен в Приложение №1.

2.9. При изхвърляне по време на превоз на радиоактивни материали или при използване на източници на йонизиращи лъчения следва да се прилагат D_2 -стойностите. D -стойността представлява нивото на активност, над което източникът се счита за „опасен“ и потенциално може да предизвика тежки детерминистични ефекти, ако не се осигури неговото безопасно и надеждно управление. D_2 -стойността е „активността на радионуклида в източника, която може при неконтролируеми условия и при разпръскване (диспергиране) на материала да доведе до аварийна ситуация, която може основателно да се очаква, че е способна да причини тежки детерминистични ефекти за здравето“ [9]. В Приложение №3 са посочени D_2 -стойностите за някои изотопи.

2.10. При събития, включващи изхвърляния, които не се превръщат в аерозолни (например течни изхвърляния или радиоактивни замърсявания на почвата поради изтичане на радиоактивен материал), следва да се извършва оценка на основата на дозата. Течните изхвърляния, които водят до дози на облъчване, значително превишаващи дозите за ниво 3, трябва да се оценяват на ниво 4 и по-високо, при което оценката на радиологичния еквивалент ще бъде свързана с конкретна площадка и поради това тук не могат да бъдат дадени конкретни указания.

Определяне на нивата на основата на изхвърлената активност²

2.11. *Ниво 7: „Събитие, водещо до изхвърляне в околната среда, съответстващо на количество радиоактивност, което е радиологично еквивалентно на изхвърляне в атмосферата на повече от няколко десетки хиляди терабекерела ^{131}I “.*

2.12. При събитие от ниво 7 изхвърлянето в околната среда съответства на изхвърлянето на голяма част от ядрения материал в активната зона на енергиен реактор, който обикновено съдържа смес от кратко- и дълго-живеещи радионуклиди. При такова изхвърляне се очакват стохастични последствия за здравето на лица от населението на обширна територия, възможно не само в една страна, както и възможни проявления на детерминистични ефекти за здравето. Възможни са също дългосрочни екологични последствия и вероятно ще се наложи прилагането на защитни мерки, такива като укриване и евакуация с цел предотвратяване или ограничаване на мащаба на последствията за здравето на лица от населението.

2.13. *Ниво 6: „Събитие, водещо до изхвърляне в околната среда, съответстващо на количество радиоактивност, което е радиологически еквивалентно на изхвърляне в атмосферата от порядъка на хиляди до няколко десетки хиляди терабекерела ^{131}I “.*

² Тези критерии се отнасят до аварии, при които началната оценка на големината на изхвърлянето може да бъде само приблизителна. Затова при определяне на нивата не е целесъобразно да се използват точни числени значения. Обаче за осигуряване на последователна интерпретация на тези критерии на международно ниво се предлагат граници между нивата, съответстващи приблизително на 500, 5000 и 50 000 TBq ^{131}I .

2.14. При такова изхвърляне е много вероятно да бъде обоснована необходимостта от



прилагането на някои защитни мерки (например укриване и евакуация), с цел предотвратяване или ограничаване на мащаба на последствията за здравето на лица от населението.

2.15. Ниво 5: „Събитие, водещо до изхвърляне в околната среда, съответстващо на количество радиоактивност, което е радиологически еквивалентно на изхвърляне в атмосферата от порядъка на стотици до хиляди терабекерела ^{131}I “,

или

„Събитие, водещо до разпръснато (диспергирано) изхвърляне на активност от радиоактивен източник с активност, която превишава с повече от 2500 пъти D_2 -стойността за изхвърлените изотопи“.

2.16. Вследствие на фактическото изхвърляне може да се изисква прилагането на някои защитни мерки (например локално укриване и/или евакуация), с цел предотвратяване или намаляване на вероятността от последствия за здравето.

Таблица 2. Радиологичен еквивалент по ^{131}I за изхвърляния в атмосферата

Изотоп	Коефициент на умножение
Am-241	8 000
Co-60	50
Cs-134	3
Cs-137	40
H-3	0,02
I-131	1
Ir-192	2
Mn-54	4
Mo-99	0,08
P-32	0,2
Pu-239	10 000
Ru-106	6
Sr-90	20
Te-132	0,3
U-235(S) ^a	1 000
U-235(M) ^a	600
U-235(F) ^a	500
U-238(S) ^a	900
U-238(M) ^a	600
U-238(F) ^a	400
U природен	1 000
Инертни газове	Пренебрежимо малък (практически 0)

^a Типове на поглъщане в белите дробове: S - бавно; M - средно; F - бързо.
В случай на неопределеност се приема най-консервативното значение.

2.17. Ниво 4: „Събитие, водещо до изхвърляне в околната среда, съответстващо на количество радиоактивност, което е радиологически еквивалентно на изхвърляне в атмосферата от порядъка на десетки до стотици терабекерела ^{131}I “, или

„Събитие, водещо до разпръснато (диспергирано) изхвърляне на активност от радиоактивен източник с активност, която превишава с повече от 250 пъти D_2 -стойността за изхвърлените изотопи“.

2.18. При такова изхвърляне вероятно няма да се изисква прилагането на защитни мерки, с изключение на осигуряването на локален контрол на хранителните продукти.

ДОЗИ НА ОБЛЪЧВАНЕ, ПОЛУЧАВАНИ ОТ ОТДЕЛНИ ЛИЦА

2.19. Най-прекият критерий се явява дозата, която е получена в резултат на даденото събитие, и нивата 1 – 6 включват дефиниции на основата на този критерий³. Ако не е конкретно посочено (виж критерия за ниво 1³), те се прилагат за получените дози или за



дозите, които могат да бъдат лесно получени⁴ в резултат на оценяваното единично събитие (т.е. изключвайки сумарното облъчване). Минималната оценка по скалата ИНЕС се поставя, ако само едно лице е подложено на облъчване над тези критерии, а по-висока оценка се поставя, ако по-голям брой лица се подлагат на облъчване над тези критерии.

Критерии за оценка на минималното ниво при облъчване на един човек

2.20. Ниво 4 – това е минималното ниво за събития, които водят до:

- (1) „възникване на летален детерминистичен ефект; или
- (2) *вероятност от възникване на летален детерминистичен ефект в резултат на облъчване на цялото тяло, което е довело до погълната доза⁵ от порядъка на няколко Gy*“.

2.21. В Приложение №2 са представени допълнителни подробни сведения за вероятността от смъртоносни детерминистични ефекти и за праговите нива за нелетални детерминистични ефекти.

2.22. Ниво 3 – това е минималното ниво за събития, които водят до:

- (1) „възникване или вероятно възникване на нелетален детерминистичен ефект (виж Приложение №2, което съдържа допълнителни подробни сведения); или
- (2) *облъчване с ефективна доза, която превишава повече от десет пъти установения предел за годишна доза на облъчване на цялото тяло на работници*“.

2.23. Ниво 2 – това е минималното ниво за събития, които водят до:

- (1) „облъчване на лице от населението с ефективна доза, превишаваща 10 mSv; или
- (2) *облъчване на работник, превишаващо установените предели за годишна доза⁶*“.

2.24. Ниво 1 – това е минималното ниво за събития, които водят до:

- (1) „облъчване на лице от населението, превишаващо установените предели за годишна доза⁶; или
- (2) *облъчване на работник, превишаващо граничните дози⁷; или*
- (3) *сумарно облъчване на работник или лице от населението, превишаващо установените предели за годишна доза⁶*“.

³ Определянето на ниво 1 се базира на критериите за защитата в дълбочина, които са разяснени в раздели 5÷7, но все пак те са включени тук за пълнота на изложението.

⁴ Целта тук е да бъдат отчетени дозите, за които може да се предположи, че ще бъдат несъзнателно получени. Например ако радиоактивния източник е бил извън транспортна/защитна опаковка и се транспортира, следва да се оценява дозата за водача и за лицата, които са извършвали товаро-разтоварните работи с опаковката.

⁵ Ако излъчването с висок линеен пренос на енергия (LET) е значително, в погълнатата доза следва да се отчита съответната относителна биологична ефективност (RBE). За определяне на съответната оценка по скалата ИНЕС следва да се използва претеглената по RBE погълната доза.



Критерии, които се прилагат при облъчването на няколко лица

2.25. Ако повече от един човек е подложен на облъчване, тогава трябва да се оцени броя на хората, които попадат в някое от нивата, определени в т.т. 2.20÷2.24. Във всеки случай указанията, които са изложени по-долу, следва при необходимост да се използват за повишаване на оценката на нивото по ИНЕС.

2.26. При облъчвания, които не водят или едва ли биха могли да доведат до детерминистичен ефект, минималната оценка на нивото по т.т. 2.20÷2.24 следва да се повиши с една степен, ако дози, превишаващи величината за даденото ниво, се получават от 10 или повече човека, и с две степени, ако дозите се получават от 100 или повече човека.

2.27. При облъчвания, които водят или биха могли да доведат до детерминистични ефекти, се прилага по - консервативен подход и съответно оценките по ИНЕС следва да се повишат с една степен ако дозите, превишаващи величината за даденото ниво, се получават от няколко човека, и с две степени, ако дозите се получават от няколко десетки човека⁸.

2.28. Когато определен брой лица са подложени на облъчване на различни нива, оценката на събитието се определя на най-високото ниво по ИНЕС, получено в резултат на описания процес. Например, в случай на събитие, при което 15 лица от населението получават ефективна доза 20 mSv, минималната оценка за тази доза ще бъде на ниво 2. Вземайки под внимание броя на облъчените лица (15) ще доведе до повишаване на оценката с една степен до ниво 3 по ИНЕС. Обаче ако само едно лице от населението получава ефективна доза 20 mSv, а 14 човека – ефективна доза от 1 до 10 mSv, оценката с отчитане на получената ефективна доза 20 mSv ще бъде определена на ниво 2 (минимална оценка без повишение, тъй като е бил облъчен само един човек) и оценката с отчитане на получените ефективна доза повече от 1 mSv, но по-малко от 10 mSv, се определя на ниво 2 (минимална оценка на ниво 1 с повишаване на една степен, тъй като са били облъчени повече от 10 човека). По този начин общата оценка ще бъде на ниво 2.

Методология за оценка на дозите

2.29. Методологията за оценка на дозите, получавани от работниците и от населението, трябва да бъде реалистична. Оценката трябва да се базира на реален сценарий, който включва прилагането на защитни мерки.

2.30. Ако не е възможно точно да се установи, че конкретни отделни лица са получили дози на облъчване (например, ако по-късно е били открито, че транспортната опаковка е имала неадекватна защита), следва да се извършва оценка на вероятните дози и да се определи нивото по скалата ИНЕС на основата на възпроизвеждане на вероятния сценарий.

Обобщение

2.31. Ръководните указания, посочени в т.т. 2.19÷2.30, са обобщени в Таблица 3.

⁶ Пределите на дозите, които трябва да се отчитат, са всички установени предели на дозите, включително ефективната доза за цялото тяло, дозата за кожата, дозата за крайниците и дозата за лещата на окото.

⁷ Гранична доза – това е величината на дозата под установения предел на дозата.

⁸ В качеството на ориентир може да се приеме допускането, че „няколко“ означава повече от три и „няколко десетки“ - повече от 30. (Тези числа приблизително съответстват на половин порядък на величината по логаритмичната скала).



Таблица 3. Обобщение на оценките на събитията на основата на дозите на облъчване, получени от отделни лица

Ниво на облъчването	Мин. оценка	Брой на отделните лица	Факт. оценка
Възникване на летален детерминистичен ефект или вероятно възникване на летален детерминистичен ефект в резултат на облъчване на цялото тяло, което води до погълната доза от порядъка на няколко Gy.	4	Няколко десетки или повече	6 ^a
		От няколко до няколко десетки лица	5
		По-малко от няколко лица	4
Възникване или вероятно възникване на нелетален детерминистичен ефект	3	Няколко десетки или повече	5
		От няколко до няколко десетки лица	4
		По-малко от няколко лица	3
Облъчване с ефективна доза, превишаваща повече от десет пъти установения предел за годишна доза на облъчване на цялото тяло на работници	3	100 или повече лица	5
		10 или повече лица	4
		По-малко от 10 лица	3
Облъчване на лица от населението с ефективна доза, превишаваща 10 mSv или облъчване на работник, превишаващо установените предели за годишна доза	2	100 или повече лица	4
		10 или повече лица	3
		По-малко от 10 лица	2
Облъчване на лица от населението, превишаващо установените предели за годишна доза или облъчване на работник, превишаващо граничните дози	1	100 или повече лица	3
		10 или повече лица	2
		По-малко от 10 лица	1 ^b
Сумарно облъчване на работници или лица от населението, превишаващо установените предели за годишна доза	1	1 или повече лица	1 ^b

^a Ниво 6 не се счита за достоверно в случай на събития, свързани с източници на йонизиращи лъчения.

^b Както е пояснено в т.т. 2.20÷2.30, определянето на ниво 1 се базира на критериите за защитата в дълбочина, които са разяснени в раздели 4÷6 на това приложение, но тук те са включени за пълнота на изложението.

3. ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ ФИЗИЧЕСКИТЕ БАРИЕРИ И КОНТРОЛ В СЪОРЪЖЕНИЯТА

ОБЩО ОПИСАНИЕ

3.1. Ръководните указания на този раздел се прилагат само за събития в съоръжения или обекти, които имат съответните разрешения или лицензии за експлоатация или използване и за които границите на площадката са ясно определени при тяхното лицензиране. Тези указания се прилагат само за големи съоръжения, инсталации или обекти, за които има потенциална възможност (макар и с малка вероятност) да се случи



голямо изхвърляне на радиоактивни материали, което се оценява на ниво 5 или по-високо по скалата ИНЕС.

3.2. Всички събития изискват разглеждане с използване на критериите за въздействие върху хората и околната среда, а също така критериите за въздействие върху защитата в дълбочина. Обаче тези два критерия не позволяват да се обхванат всички въпроси, които е необходимо да се отчитат при оценката на събитията. Ако се използват само тези два критерия, тогава два ключови типа събития няма да могат да се оценяват на нивото, съответстващо на тяхната важност за безопасността.

3.3. Първият тип събития - това са събитията, при които има значително повреждане на първичните физически бариери, които предотвратяват голямо изхвърляне (например това може да бъде стопяване на активната зона на реактора или загуба на функцията за локализация на много големи количества радиоактивен материал на ядрено съоръжение за преработване на гориво). При настъпване на събитие от такъв тип, ако излязат от строя проектите средства за защита, тогава единствените физически бариери, предотвратяващи много голямо изхвърляне, са запазените работоспособни системи на защитната обвивка (херметичната конструкция за АЕЦ). Ако нямаше конкретни критерии за разглеждане на такива събития, те биха били оценени само на ниво 3 от гледна точка на защитата в дълбочина, т.е. на такова ниво, както и при „близък до авария случай, когато няма останали резервни/допълнителни средства за защита“. Критериите за ниво 4 и ниво 5 по ИНЕС са предназначени конкретно за прилагане при тази ситуация.

3.4. Вторият тип събития - това са събития, при които физическите бариери, предотвратяващи голямо изхвърляне, остават незасегнати, но на съоръжения, в които има голямо количество радиоактивен материал, възниква голямо изтичане на радиоактивни материали или значително увеличение на мощността на дозата. Такива събития биха могли да бъдат оценени на ниво 1 по въздействие върху защитата в дълбочина, тъй като голямо количество физически бариери остават функционално работоспособни. Въпреки това тези събития водят до съществен срив в управлението на мерките за контрол при работа с радиоактивни материали, поради което създават значителен риск, свързан с възникването на събития със значително въздействие върху хората и околната среда. Критериите за ниво 2 и ниво 3 са предназначени конкретно за прилагане в случай на този втори тип събития.

3.5. Степента на радиоактивно замърсяване се определя от количеството разпространена активност или от величината на получената в резултат на събитието мощност на дозата. Тези критерии характеризират мощността на дозата в работната зона, независимо от фактическото присъствие на персонал в нея. Те не следва да се бъркат с критериите за дозите на облъчване на персонала, изложени в т.т. 2.20÷2.30, които се отнасят до фактически получените дози.

3.6. Нивата на радиоактивно замърсяване под величината, съответстваща на ниво 2, се считат незначителни за целите на оценката на събитията с използването на този критерий. На такива ниски нива трябва да се отчита само въздействието върху защитата в дълбочина.

3.7. Действителната степен и характер на повредата и/или на замърсяването могат да не са напълно ясни известно време след авария с последствия от такъв вид. Въпреки това може да се направи груба оценка и да се посочи предварителна оценка във Формуляра за оценка на събитието (ФОС). Последващата преоценка на последствията е възможно да изиска преразглеждане на тази предварителна оценка на събитието.

3.8. Критериите, свързани с хората и околната среда (Раздел 2) и със защитата в дълбочина (Раздели 4, 5 и 6) също трябва да се разглеждат при всички събития, тъй като



те могат да доведат до повишаване на оценката на нивото по ИНЕС.

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОЦЕНКАТА ПО ИНЕС

3.9. Ниво 5

При събития, свързани с ядрено гориво (включително изследователски реактори):

„Събитие, водещо до стопяване на еквивалента на повече от няколко процента от горивото в енергиен реактор или изхвърляне⁹ от горивните касети на повече от няколко процента от ядрения материал в активната зона на енергиен реактор.“¹⁰

3.10. Дефиницията се базира на отчитането на общото количество гориво в активната зона на енергиен реактор, а не само на свободните газообразни продукти на делене (съдържащи се в празнината между горивната таблетка и обвивката на топлоотделящия елемент). При такова изтичане има изхвърляне на значително количество ядрен материал от горивната матрица (горивната таблетка), а също така и на продукти на делене от празнините. Трябва да се отбележи, че оценката на основата на повреждането на горивото не зависи от състоянието на първи контур.

3.11. При изследователски реактори процентът на повреденото гориво трябва да се пресмята на основата на параметрите на енергиен реактор с топлинна мощност 3000 MW.

При събития в други съоръжения:

3.12. *„Събитие, водещо до голямо изхвърляне⁹ на радиоактивен материал на съоръжението (съпоставимо с изхвърлянето на разтопена активна зона) с висока вероятност¹¹ от значително преоблъчване“.*

3.13. Пример за авария в друго съоръжение (нереакторна авария) може да бъде тежка авария, свързана с надкритичност, или голям пожар или взрив с освобождаването на голямо количество радиоактивност на съоръжението (обекта).

3.14. Ниво 4

При събития, свързани с ядрено гориво (включително изследователски реактори):

„Събитие, водещо до изхвърляне⁹ от горивните касети на повече от приблизително 0,1% от ядрения материал в активната зона на енергиен реактор¹⁰ в резултат на стопяване на горивото и/или повреждане на обвивките на топлоотделящите елементи.“

⁹ Терминът „изхвърляне“ се използва тук за описание на излизането на радиоактивния материал от неговото нормално местонахождение, който обаче все още се задържа в границите на съоръжението.

¹⁰ Доколкото степента на повреждане на горивото не се поддава лесно на измерване, експлоатиращите организации могат да определят критериите за съответното съоръжение, които се изразяват чрез симптоми (такива като активността в първи контур, данните от радиационния мониторинг в херметичната конструкция), за осигуряване на оперативна оценка на събитията, свързани с повреждане на горивото.

¹¹ Под „висока вероятност“ се подразбира аналогична вероятност, както в случай на изхвърляне от херметичната конструкция след авария на реактора.



3.15. И в този случай дефиницията се базира на отчитането на общото количество гориво в активната зона, а не само „съдържащото се в празнините“ и не зависи от състоянието на първи контур. Изхвърляне на повече от 0,1% от сумарното зареждане на активната зона може да има, ако става стопяване на горивото с повреждане на обвивките на топлоотделящите елементи или повреждане на значителна част (~ 10%) от обвивките, в резултат на което става изхвърляне на „съдържащото се в празнините“.

3.16. При изследователски реактори процентът на повреденото гориво трябва да се пресмята на основата на параметрите на енергиен реактор с топлинна мощност 3000 MW.

3.17. Повреждане или влошаване на състоянието (деградация) на топлоотделящите елементи, което не води до изхвърляне на повече от 0,1% от ядрения материал в активната зона на енергиен реактор (например локално стопяване или неголямо повреждане на обвивките на топлоотделящите елементи), следва да се оценява като събитие под скалата/ниво 0 съгласно този критерий, а след това събитието следва да се оценява с прилагане на критериите за защита в дълбочина.

При събития в други съоръжения:

3.18. „Събитие, включващо изхвърляне⁹ на няколко хиляди терабекерела активност от първичната защитна обвивка¹² с висока вероятност¹¹ от значително преоблъчване на населението.“

3.19. Ниво 3

„Събитие, водещо до изхвърляне⁹ на няколко хиляди терабекерела активност в зона, която не е предвидена в проекта¹³, при което се изисква предприемането на коригиращи мерки даже в случаите на много малка вероятност от значително облъчване на населението.“, или

„Събитие, в резултат на което сумарната мощност на дозата на гама- и неутронното облъчване превишава 1 Sv/h в работната (обслужваната) зона¹⁴ (мощността на дозата се измерва на разстояние 1 m от източника)“.

3.20. Събитията, водещи до високи мощности на дозата в зони, които не се считат за работни (обслужвани) зони, следва да се оценяват с използването на метода на защитата в дълбочина за съоръженията.

¹² Термините „първична“ и „вторична“ защитна обвивка в този контекст означават обвивката, в която се задържат радиоактивните материали в нереакторни съоръжения, и те не следва да се бъркат с подобни термини, използвани за защитни херметични конструкции на реактора.

¹³ Зони, които не са предвидени в проекта – това са зони в постоянни или временни съоръжения, където съгласно проектните основи не се предвижда, че в хода на експлоатацията или след инциденти зоната може да приеме и да задържа нивото на настъпилото радиоактивно замърсяване и да предотвратява неговото разпространение извън зоната. Примери за събития с радиоактивно замърсяване на зони, които не са предвидени в проекта, са следните:

- замърсяване с радиоактивен материал на такива участъци извън границите на специално контролираните зони, в които такъв материал обикновено отсъства, например подове, стълбищни площадки, спомагателни здания и складови помещения;
- замърсяване с плутоний или високо-радиоактивни продукти на делене на участък, предназначен и оборудван само за операции с уран.



3.21. Ниво 2

„Събитие, в резултат на което сумарната мощност на дозата на гама- и неутронното облъчване превишава 50 mSv/h в работната (обслужваната) зона¹⁴ (мощността на дозата се измерва на разстояние 1 m от източника)“, или

„Събитие, което води до наличие на значителни количества радиоактивен материал в зони, които не са предвидени в проекта за тази цел¹³, и изискват предприемането на коригиращи мерки.“

3.22. В този контекст „значително количество“ следва да се интерпретира като:

- а) изтичане на течен радиоактивен материал, с радиологически еквивалентна активност от порядъка на няколко десетки терабекерела молибден - 99 (⁹⁹Mo);
- б) изхвърляне на твърд радиоактивен материал с радиологично еквивалентна активност от порядъка на няколко терабекерела цезий - 137 (¹³⁷Cs), ако освен това нивата на повърхностното и аерозолното замърсяване превишават десет пъти нивата, допустими за работните зони;
- в) изхвърляне на аерозолно радиоактивно вещество вътре в зданието, в количество с радиологически еквивалентна активност от порядъка на няколко десетки гигабекерела йод - 131 (¹³¹I).

ПРЕСМЯТАНЕ НА РАДИОЛОГИЧНИЯ ЕКВИВАЛЕНТ

3.23. Коефициентите на умножение за изотопите за определяне на радиологичния еквивалент на радиоактивното замърсяване на съоръжението са показани в Таблица 4. Фактичската активност на изхвърлянето трябва да се умножи по този коефициент, а след това да се сравни с величините, посочени в дефинициите на всяко ниво за изотопа, който се използва за сравнение. Ако се изхвърлят няколко изотопа, то следва да се пресметне и след това да се сумира еквивалентната величина за всеки един от тях. Методът за пресмятане на тези коефициенти е изложен в Приложение №1.

¹⁴ Работни (обслужвани) зони – това са зоните, където е разрешен достъпа на персонала без специални пропуски. Към тях не се отнасят зоните, в които се изискват специални мерки за контрол (освен общите изисквания по отношение използването на индивидуални дозиметри и /или носене на комбинезон) поради нивото на радиоактивно замърсяване или радиация.



РЪКОВОДСТВО

Определяне важността на експлоатационните събития по отношение на ядрената безопасност и радиационната защита (нивото по скалата ИНЕС)

Таблица 4. Радиологичен еквивалент на радиоактивното замърсяване на съоръжението

Изотоп	Коефициент за аерозолно радиоактивно замърсяване на основата на еквивалентност по ^{131}I	Коефициент за твърдо радиоактивно замърсяване на основата на еквивалентност по ^{137}Cs	Коефициент за течено радиоактивно замърсяване на основата на еквивалентност по ^{99}Mo
Am-241	2000	4000	50 000
Co-60	2,0	3	30
Cs-134	0,9	1	20
Cs-137	0,6	1	12
H-3	0,002	0,003	0,03
I-131	1	2	20
Ir-192	0,4	0,7	9
Mn-54	0,1	0,2	2
Mo-99	0,05	0,08	1
P-32	0,3	0,4	5
Pu-239	3000	5000	57 000
Ru-106	3	5	60
Sr-90	7	11	140
Te-132	0,3	0,4	5
U-235(S) ^a	600	900	11 000
U-235(M) ^a	200	300	3000
U-235(F) ^a	50	90	1000
U-238(S) ^a	500	900	10 000
U-238(M) ^a	100	200	3000
U-238(F) ^a	50	100	1000
U природен	600	900	11 000
Инертни газове	Пренебрежимо малък (практически 0)	Пренебрежимо малък (практически 0)	Пренебрежимо малък (практически 0)

^a Типове на поглъщане в белите дробове: S - бавно; M - средно; F - бързо.
В случай на неопределеност се приема най-консервативното значение.

4. ОЦЕНКА НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ВЪРХУ ЗАЩИТАТА В ДЪЛБОЧИНА ПРИ СЪБИТИЯ, СВЪРЗАНИ С ИЗПОЛЗВАНЕ И ПРЕВОЗ НА ИЗТОЧНИЦИ НА ЙОНИЗИРАЩИ ЛЪЧЕНИЯ

4.1. Този раздел на ръководството разглежда събития, при които „действителни последици“ отсъстват, обаче има отказ на някои средства за осигуряване на безопасността. Умишленото включване на множество средства (нива на защита) и физически бариери се нарича „защита в дълбочина“. По-пълно определение на термина „защита в дълбочина“ е дадено в т. 10.23 на ръководството, което се базира на [3] и [14].



4.2. Ръководните указания, представени в този раздел, се отнасят до практически дейности, свързани само с използване на източници на йонизиращи лъчения и превоз на радиоактивни материали. Указания по отношение на ускорители и съоръжения, свързани с производството и разпределението на радионуклиди или използването на източници от категория 1, са приведени в Раздел 6.

4.3. Безопасността на населението и персонала по време на превоз и използване на източници на йонизиращи лъчения се осигурява чрез правилно проектиране, добре управлявана експлоатация, административни мерки за контрол и комплекс от системи за защита (например блокировки, сигнализация и физически бариери). При проектиране на средствата за осигуряване на безопасността се прилага концепцията за защита в дълбочина, която допуска възможността за отказ на оборудване, човешка грешка и незапланирано развитие на събитията.

4.4. Поради това защитата в дълбочина представлява съвкупност от консервативно проектиране, осигуряване на качеството, надзор, мерки за смекчаване на последствията и обща култура на безопасност, която укрепва всички останали аспекти.

4.5. Методология за оценка по скалата ИНЕС отчита количеството на средствата за осигуряване на безопасността, които са запазили своята функционална работоспособност при настъпване на събитието, а също така потенциалните последствия, ако възникне отказ на всички средства за осигуряване на безопасността.

4.6. Заедно с отчитането на тези фактори в методологията за оценка по скалата ИНЕС също така се отчитат „допълнителни фактори“ (т.е. такива аспекти на събитията, които могат да показват по-сериозно влошаване на управлението или мерките за контрол на операциите, свързани със събитието).

4.7. Този раздел на ръководството се състои от два основни подраздела. В първия подраздел се излагат общите принципи за оценка на събитията по тяхното въздействие върху защитата в дълбочина. Те обхващат широк кръг от събития от различен тип, поради което имат общ характер. Във втория подраздел са дадени по-подробни указания за осигуряване на последователно и съгласувано прилагане на общите правила.

ОБЩИ ПРИНЦИПИ ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА

4.8. Въпреки че в скалата ИНЕС са предвидени три нива за въздействие на защитата в дълбочина, за някои видове практическа дейност максимално възможните последствия са ограничени от наличното количество радиоактивен материал и от механизма на изхвърлянето (изтичането) на радиоактивни вещества, даже в случай на отказ на всички средства за осигуряване на безопасността. Не е целесъобразно да се оценяват събития, свързани с осигуряване на защитата в дълбочина при такива видове практически дейности, на най-високото ниво за защитата в дълбочина. Ако максимално възможните последствия за конкретната практическа дейност не могат да бъдат оценени по скалата на ниво, по-високо от ниво 4, то максималната оценка по критерия защита в дълбочина е ниво 2. По аналогичен начин, ако максимално възможните последствия не могат да бъдат оценени на по-високо ниво от ниво 2, то максималната оценка по защитата в дълбочина съответства на ниво 1.

4.9. След определяне на най-високото ниво на оценка по защитата в дълбочина, е необходимо да бъде изяснено какви средства за осигуряване на безопасността запазват своята функционална работоспособност (т.е. какви допълнителни откази на средствата за осигуряване на безопасността трябва да се случат, за да възникнат максимално възможни последствия за съответната практическа дейност). Това включва разглеждането на инженерно-техническите системи и административните средства за предотвратяване,



контрол и смекчаване на последствията, включително пасивните и активните бариери. Следва също така да се отчитат възможните недостатъци в културата на безопасност, които се проявяват в оценяваното събитие и могат да повишат вероятността от възникване на максимално възможни последствия от събитието.

4.10. При оценка на събитието трябва да се следват следните стъпки:

- (1) определяне на горното пределно ниво на оценка по защитата в дълбочина, изхождайки от максимално възможните последствия за съответните видове практическа дейност, на основата на критериите, изложени в Раздели 3 и 4 на настоящото ръководство.
- (2) определяне на фактическата оценка по скалата ИНЕС:
 - а) първо, изхождайки от броя и ефективността на наличните средства за осигуряване на безопасността (инженерно-техническите системи и административните средства) за предотвратяване, контрол и смекчаване на последствията, включително пасивните и активните бариери;
 - б) второ, изхождайки от свързаните с културата на безопасност аспекти на събитието, които могат да показват по-сериозна деградация на средствата за осигуряване на безопасността или организационните мерки.

4.11. Подробни указания за тези два аспекта в процеса на определяне на нивото по скалата ИНЕС, са представени в следващия подраздел. Освен това, заедно с разглеждането на събитието по критерия защитата в дълбочина, всяко събитие също се разглежда в съответствие с критериите, изложени в Раздели 2 и 3 (ако е приложимо).

ПОДРОБНИ УКАЗАНИЯ ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА

Определяне на максимално възможните последствия

4.12. Максимално възможните последствия се определят с отчитане на категорията на източника на основата на активността на източника (А) и значението на D-стойността за дадения източник съгласно публикацията на МААЕ „Категоризация на радиоактивните източници” [9] и спомагателния справочен материал към нея [10]. Максимално възможните последствия не зависят от детайлните обстоятелства на фактическото събитие. D-стойностите представляват нивото на активност, над което източника се счита за „опасен“ и потенциално може да предизвика тежки детерминистични ефекти, ако не е осигурено неговото безопасно и надеждно управление. В Приложение №3 са посочени D-стойностите от публикацията на МААЕ „Категоризация на радиоактивните източници” [9] за най-разпространените изотопи. Ако са необходими D-стойностите за други изотопи, същите могат да бъдат намерени в спомагателния справочен материал на МААЕ [10].

4.13. В Таблица 5 са посочени оценките на максимално възможните последствия (в случай на отказ на всички средства за осигуряване на безопасността) в зависимост от стойността на A/D-отношението и категорията на източника. В нея също са указани максималните оценки по въздействие на защитата в дълбочина за всяка категория на източника в съответствие с общите принципи за оценка на събитията, изложени по-горе. Фактическата оценка ще бъде равна или по-малка от нивото, показано на долния ред на тази таблица, в случай на прилагане на указанията за оценка, посочени в следващия подраздел.

4.14. Доколкото максималната оценка по въздействието върху защитата в дълбочина е еднаква за източници от категория 2 и 3, те се разглеждат заедно в останалата част на този подраздел.



Таблица 5. Оценка на максимално възможните последствия и въздействието на защитата в дълбочина в зависимост от A/D- отношението и категорията на източника

A/D-отношение	$0,01 \leq A/D < 1$	$1 \leq A/D < 10$	$10 \leq A/D < 1000$	$1000 \leq A/D$
Категория на източника	Категория 4	Категория 3	Категория 2	Категория 1
Оценка на максимално възможните последствия за практическа дейност при отказ на всички средства за осигуряване на безопасността	2	3	4	5 ^a
Максимална оценка с използването на критериите на защитата в дълбочина	1	2	2	3

^a По-високите нива не се считат за достоверни при събития, свързани с радиоактивни източници.

4.15. D-стойността не се прилага към отработеното ядрено гориво. Обаче събития, свързани с превоз на отработено ядрено гориво, следва да се оценяват с използване на указанията, изложени в следващия подраздел за източници от категория 1.

4.16. Както е посочено по-горе, оценката на събития на ускорители се извършва с използване на указанията, съдържащи се в Раздел 7. При други източници, които се явяват инсталации или устройства, се прилагат указанията на този подраздел. Въпреки това трябва да се има в предвид, че не съществува прост метод за категоризация на източници, които се явяват съоръжения, например на основата на техния размер и др. Затова е необходимо да се приложат общите принципи за използване на скалата ИНЕС. При съоръжения или устройства, на които никакви събития не могат да доведат до никакви детерминистични ефекти даже при отказ на всички средства за осигуряване на безопасността, събитията следва да се оценяват с прилагане на указанията, изложени в следващия подраздел за източници от категория 4. При съоръжения или устройства, на които детерминистични ефекти могат да възникнат при отказ на всички средства за осигуряване на безопасността, събитията следва да се оценяват с прилагане на указанията, изложени в следващия подраздел за източници от категории 2 и 3.

4.17. Източниците от категория 5 не са отразени в Таблица 5 и не са включени в таблиците за оценка, представени в следващия подраздел. В публикацията на МААЕ „Категоризация на радиоактивните източници“ [9] е разяснено, че източниците от категория 5 не могат да причинят непоправимо увреждане на хора. Поради това, събития свързани с откази на средствата за осигуряване на безопасността при такива източници, трябва да се оценяват само като събития под скалата/ниво 0 или на ниво 1 по въздействие върху защитата в дълбочина. Някои прости указания за избора на оценките „под скалата/ниво 0“ или „ниво 1“ са дадени в уводната част на следващия подраздел.



4.18. При събития, свързано с няколко източника или няколко транспортни опаковки, е необходимо за се приема решение дали да се отчита активността само на един елемент или сумарната активност на опаковката/източника. Ако намаляването на изискванията по безопасност може да въздейства върху всички елементи (например при пожар), то тогава следва да се отчита сумарната активност на всички елементи. Ако намаляването на изискванията по безопасност може да въздейства само върху един елемент (например при неправилна маркировка на една транспортна опаковка), следва да се отчита само активността на опаковката, която е била обект на въздействие. В Приложение №3 е изложена методологията за изчисляване на обобщеното (агрегираното) значение на D-стойността.

4.19. С цел обхващане на широк диапазон от възможни събития, разглеждани в настоящото ръководство, следва да се съблюдават изложените по-долу указания, които позволяват да се отчитат максимално възможните последствия при оценка на събитията:

- ако активността е известна, следва да се определи значението на A/D-отношението като се раздели активността на радионуклида (A) на D-стойността. Полученото значение на A/D-отношението следва да се сравни с диапазоните на значението на A/D-отношението в Таблица 5 и да се определи съответстващата категория.
- ако фактическата активност не е известна (например, в случай на непознат източник, намерен в метален скрап), активността следва да се оцени, изхождайки от известна или измерена мощност на дозата и идентифициране на радионуклида. След това следва да се определи категорията на основата на A/D-отношението.
- ако фактическата активност не е известна и липсват резултати от измерване на мощността на дозата, категорията на източника следва да се определи на основата на всякакви налични данни за използването на източника. В Приложение № 4 са приведени примери за различно използване на източници и е посочена вероятната им категория.
- при събития, свързани с опаковки, съдържащи дялящ се материал (който не е „делящ се - освободен“ съгласно Наредбата за превоз на радиоактивни вещества [5] и Ръководството на МААЕ за безопасен превоз на радиоактивен материал [11]):
 - ако са засегнати средствата за осигуряване на безопасността, необходими за предотвратяване възникването на критичност, събитието следва да се оценява така, както за опаковка, която се явява източник от категория 1;
 - ако има отказ на средствата за осигуряване на безопасността, които не са свързани с осигуряване на безопасността по критичност, в случай на свежо гориво оценката следва да се определи на основата на фактическата активност с прилагане на A/D-отношението. При отработено гориво, като правило следва да се използва колонката за източници от категория 1, независимо от това, че фактическото значение на A/D-отношението може да бъде пресметнато и използвано, ако количеството облъчен материал (отработено гориво) е крайно малко.

Оценка с отчитане на ефективността на средствата за осигуряване на безопасността

4.20. В следващите подраздели са дадени указания по оценката на събития от различен тип, свързани с деградация (влошаване на състоянието) на средствата за осигуряване на безопасността. Това са събития, свързани със загуба или намиране на радиоактивни



източници, устройства или транспортни опаковки; събития, при които има деградация на средствата за осигуряване на безопасността, и други свързани с безопасността събития.

4.21. Във всички случаи, когато има избор от няколко оценки, на разглеждане подлежат основните последствия, свързани с културата на безопасност. В някои случаи, когато има избор от няколко оценки, е необходимо също да се разглеждат други фактори, и в бележките под линия са дадени указания по отношение на конкретните фактори, които следва да се отчитат.

4.22. Събития, които са свързани с източници от категория 5, не се разглеждат в следващите по-долу подраздели, тъй като те като правило се оценяват като събития под скалата/ниво 0. Въпреки това, оценка на ниво 1 ще бъде правилна, ако всички предвидени средства за осигуряване на безопасността са били неработоспособни или има недостатъци в културата на безопасност. Когато не се предвижда осигуряването на особени мерки за контрол на мястото, където се намират източници от категория 5, тяхната загуба следва да се оценява като събитие под скалата/ниво 0.

Отчитане на последствията, свързани с културата на безопасност

4.23. Културата на безопасност се определя като „набор от характеристики и отношения в организацията и поведение на отделните лица, който установява, че на проблемите на защитата и безопасността, като притежаващи висш приоритет, се отделя внимание, съответстващо на тяхната значимост“ [12], [14]. Високата култура на безопасност помага да се предотвратят инциденти, а от друга страна нейното отсъствие или недостатъци могат да доведат до действия на персонала, които не са предвидени в проекта. Затова културата на безопасност трябва да се разглежда като съставна част на защитата в дълбочина.

4.24. За повишаване на оценката вследствие на недостатъчна култура на безопасност, събитието трябва да се разглежда като реален показател за недостатъците в културата на безопасност. Примери за такива показатели могат да бъдат:

- нарушение на нормативно установените предели или изисквания (условия), а също така нарушение на процедурите без предварително утвърждаване;
- недостатъци в процеса на осигуряване на качеството;
- натрупване на човешки грешки;
- неспазване на правилен контрол на радиоактивните материали, включително изхвърляния в околната среда, разпространение на радиоактивно замърсяване или нарушение в системите за дозиметричен контрол;
- повторение на събитието, свидетелстващо че операторът не е извлякъл адекватно съответните уроци или не е предприел коригиращи мерки след първото подобно събитие.

4.25. Важно е да се отбележи, че указанията на настоящия раздел нямат за цел иницирането на дълъг и детайлен анализ, те позволяват да се отчетат експертните оценки, които могат да бъдат оперативно направени от лицата, извършващи оценката на дадено събитие. Често е трудно веднага след събитието да се определи необходимостта от повишаване на оценката на събитието по скалата ИНЕС поради недостатъчна култура на безопасност. В този случай следва да се дава предварителна оценка на основата на известните факти към момента, а в окончателната оценка впоследствие може да бъде отчетена допълнителна информация, касаеща културата на безопасност, която се е появила в резултат на детайлно изследване.

Събития, свързани със загубен или намерен радиоактивен източник/устройство

4.26. Таблица 6 следва да се използва за събития, свързани с радиоактивни източници, устройства и транспортни опаковки, които са се намирали на неподходящо място,



загубени, откраднати или намерени. Ако местонахождението на източника, устройството или транспортната опаковка не може да бъде установено, то на първия етап може да се считат за „липсващи“. Ако обаче търсенето на вероятни други места не даде резултат, то следва да се считат за загубени или откраднати.

4.27. Загубата на радиоактивен източник, устройство или транспортна опаковка следва да се оценява с отчитане на деградацията на защитата в дълбочина. При последващо намиране на радиоактивния източник, устройството или транспортната опаковка, предишната загуба и последвалото намиране следва да се разглеждат като единично събитие. Първоначалната оценка в този случай следва да се преразгледа, и на основата на появилата се допълнителна информация може да се проведе преоценка на събитието (в посока на повишаване или понижаване на оценката). Съответните въпроси, които следва да се разглеждат, включват:

- мястото, където са били намерени източника, устройството или транспортната опаковка, и обстоятелствата, при което са попаднали на това място;
- състоянието на източника, устройството или транспортната опаковка;
- продължителността на времето, през което източника, устройството или транспортната опаковка са били загубени;
- броя на облъчените лица и възможните дози, получени от тях.

4.28. Преразгледаната оценка трябва да отчита както първоначалната оценка на въздействието върху защитата в дълбочина, така и действителните последици. В болшинството случаи е необходимо да се оценяват или да се пресмятат възможните получени дози с отчитане на реалистичните предположения, а не на най-лошите сценарии.

4.29. В Таблица 6 намерените радиоактивни източници и намерените устройства се разглеждат заедно в една графа. За намерени радиоактивни източници се считат източниците, които нямат защита. За намерени устройства се считат откритите безстопанствени източници, които се намират все още в непокътнат защитен контейнер.

4.30. Има много примери за загубени или намерени безстопанствени източници, които са постъпили като суровина за вторична преработка на метали. Най-правилна оценка на такива събития се получава при използване на графата „намерен безстопанствен източник“ в Таблица 6. Ако източникът е бил разтопен, тогава се прилага по-висока оценка. Ако източникът е бил открит преди стопяването, тогава оценката ще зависи от наличието на останалите работоспособни средства за осигуряване на безопасността.

4.31. При събития, свързани със замърсен с радиоактивни вещества метал, понякога практически не е възможно да се определи категорията на източника на основата на указанията, изложени в предишния подраздел. В тези случаи следва да се измерва мощността на дозата и да се извършва оценка на дозите на облъчване, получена от хората в съответната зона. След това на основата на тези възможни дози се определя оценката на нивото по скалата ИНЕС.



Таблица 6. Оценка на събития, свързани със загубени или намерени радиоактивни източници, устройства или транспортни опаковки

Тип на събитието	Сценарий на събитието в зависимост от категорията на източника		
	Кат. 4	Кат. 3 или кат. 2	Кат. 1
Липсващи радиоактивни източници, устройства или транспортни опаковки, впоследствие намерени неповредени в границите на контролируемата зона	1	1	1
Намерени източници, устройства (включително безстопанствени източници и устройства) или транспортни опаковки	1	1 или 2 ^a	2 или 3 ^a
Загубени или откраднати радиоактивни източници, устройства или транспортни опаковки, оставащи още неоткрити	1	2	3
Загубени или откраднати радиоактивни източници, устройства или транспортни опаковки, местонахождението на които впоследствие е било установено с потвърждение, че непланирано облъчване не е имало, и при това е било прието и одобрено решение да не се изважда източника, тъй като той се намира на безопасно или недостъпно място (например под вода)	1	1	1
Неправилно доставена транспортна опаковка, но на мястото на нейното получаване се обезпечават всички процедури по радиационна безопасност, изпълнението на които се изисква при боравене с тази опаковка	0 или 1	1	1
Неправилно доставена транспортна опаковка, но на мястото на нейното получаване не се обезпечават всички процедури по радиационна безопасност, изпълнението на които се изисква при боравене с тази опаковка	1	1 или 2 ^б	2 или 3 ^б

^a Най-ниската предложена оценка е по-подходяща, когато е ясно, че някои средства за осигуряване на безопасността са останали работоспособни (например комбинация от екраниращи и заключващи устройства и предупредителни знаци).

^б По-ниската оценка може да е по-подходяща, ако на съоръжението са предвидени подходящи процедури за осигуряване на радиационната безопасност.



Събития, свързани с влошаване на състоянието (деградация) на средствата за осигуряване на безопасността

4.32. Таблица 7 следва да се прилага за събития, при които източник на йонизиращи лъчения, устройство или транспортна опаковка се намират на място, където се очаква да бъдат, но е налице деградация на средствата за осигуряване на безопасността. Те включват различни конструкционни средства като транспортна опаковка или корпус на източника, други системи за защита или защитна обвивка, блокировки или други устройства за осигуряване на безопасността/предупредителна сигнализация. Към тези средства също се отнасят средствата за административен контрол, като например маркировка на транспортните опаковки, транспортна документация, работни и аварийни процедури, радиационен контрол и използване на индивидуални дозиметри със сигнализация. Съоръжения като облъчватели с източници от категория 1, телетерапевтични съоръжения или линейни ускорители, обикновено имат високоинтегрални средства за защита в дълбочина. Както е отбелязано в уводната част на Раздел 4, събитията, свързани с деградация на средствата за осигуряване на безопасността на такива съоръжения следва да се оценяват с прилагане на указанията на Раздел 6.

Таблица 7. Оценка на събития, свързани с деградация на средствата за осигуряване на безопасността¹⁵

Тип на събитието	Оценка на събитието в зависимост от категорията на източника		
	Кат. 4	Кат. 3 или кат. 2	Кат. 1
А. Събития без деградация на средствата за осигуряване на безопасността			
Независимо от възможно възникване на необичайна ситуация, това събитие няма значение от гледна точка на ефективността на предвидените средства за осигуряване на безопасността.			
Типични събития от този вид са:			
- повърхностно повреждане на защитата и/или контейнера с източника, изтичане от източника, водещо до незначително повърхностно радиоактивно замърсяване и разлив с ниско ниво на радиоактивното замърсяване на хората;	1	1	1
- повърхностно повреждане на защитата и/или контейнера с източника, изтичане от източника, водещо до незначително повърхностно радиоактивно замърсяване и разлив с необичайно ниво на радиоактивно замърсяване, който има малка или нулева радиологична значимост;	0 или 1	0 или 1	0 или 1
- радиационно замърсяване в зони, които са проектирани да издържат на въздействието на такива събития;	0 или 1	0 или 1	0 или 1

¹⁵ Когато има избор от няколко оценки, значим фактор е наличието на последствия, свързани с културата на безопасност, както е указано в т.т. 4.23÷4.25.

Таблица 7. Оценка на събития, свързани с деградация на средствата за осигуряване на безопасността¹⁵ (продължение)

Тип на събитието	Оценка на събитието в зависимост от категорията на източника		
	Кат. 4	Кат. 3 или кат. 2	Кат. 1
- предвидими събития, при които процедурите за осигуряване на безопасността са ефективни в предотвратяването на непланирано облъчване и връщането към нормално състояние. Те могат да включват събития като невръщане на радиоактивни източници (напр. гама източник за промишлена радиография или източник за брахитерапия), при условие, че те са били безопасно възстановени в съответствие с аварийните процедури;	0 или 1	0 или 1	0 или 1
- няма повреждане на транспортната опаковка или има незначителни щети, няма увеличение на мощността на дозата	0 или 1	0 или 1	0 или 1
Б. Средствата за осигуряване на безопасността са частично запазени			
Отказ на едно или повече средства за осигуряване на безопасността (по каквато и да е причина), но поне едно средство за осигуряване на безопасността се е съхранило.			
Типични събития от този вид са:			
- отказ на част от инсталираната система за сигнализация или за осигуряване на безопасността, предназначена да предотврати облъчването с висока мощност на дозата;	0 или 1 ^a	1 или 2 ^a	— ^б
- неизпълнение на процедурите за осигуряване на безопасността (включително радиационния мониторинг и проверките по безопасност), при което другите налични инженерно - технически средства за осигуряване на безопасността остават работоспособни;	0 или 1 ^a	1 или 2 ^a	— ^б

Таблица 7. Оценка на събития, свързани с деградация на средствата за осигуряване на безопасността¹⁵ (продължение)

Тип на събитието	Оценка на събитието в зависимост от категорията на източника		
	Кат. 4	Кат. 3 или кат. 2	Кат. 1
- съществена деградация на системата на защитната обвивка или дефектна херметизация;	0 или 1 ^а	1 или 2 ^а	— ^б
- дефектна опаковка или дефектно закрепване. Неефективно функциониращи устройства, показващи вмешателство	0 или 1 ^в	0 или 1 ^в	0 или 1 ^в
В. Средствата за осигуряване на безопасността не са запазени			
Събития, характеризиращи се със съществено потенциално непланирано облъчване или създаващи съществен риск за разпространение на радиоактивно замърсяване в зони, в които няма мерки за контрол.			
Типични събития от този вид са:			
- загуба на защитата (например поради пожар или силно въздействие, в резултат на което става възможно пряко облъчване от източника);	1	1 или 2 ^г	2 или 3 ^д
- отказ на предупредителните устройства и устройствата за безопасност, при който става възможно влизането в зона с висока мощност на дозата;	1	1 или 2 ^г	2 или 3 ^д
- отказ на средствата за контрол на излъчването, при който другите средства за осигуряване на безопасността не са запазени или всички са отказали (например не може да се провери, че гама-източниците са напълно прибрани след извършване на радиографски контрол);	1	1 или 2 ^г	2 или 3 ^д
- събитие, при което източникът остава случайно излъчващ (открит) и при това липсват ефективни процедури за справяне със ситуацията или когато такива процедури се игнорират;	1	1 или 2 ^г	2 или 3 ^д

Таблица 7. Оценка на събития, свързани с деградация на средствата за осигуряване на безопасността¹⁵ (продължение)

Тип на събитието	Оценка на събитието в зависимост от категорията на източника		
	Кат. 4	Кат. 3 или кат. 2	Кат. 1
- опаковка, за която е открито нарушение или отсъствие на защита, при което съществува значителна потенциална опасност от облъчване	1	1 или 2 ^г	2 или 3 ^д

^а Правилна може да бъде по-ниска оценка, ако са се запазили работоспособни няколко средства за осигуряване на безопасността и отсъстват съществени последици, свързани с културата на безопасност. Ако по същество се запазва само едно ниво на защита, следва да се прилага по-висока оценка.

^б Оценката на събития, свързани с частична деградация на средствата за осигуряване на безопасността при случаи с източници от категория 1, монтирани в съоръжения, следва да се провежда с прилагането на метода на нивата на защита, който е изложен в Раздел 6. Други събития, свързани с източници от категория 1, следва да се оценяват на ниво 1 или 2, при това най-ниската оценка ще бъде по-правилна, ако се запазват работоспособни няколко средства за осигуряване на безопасността и отсъстват съществени последици, свързани с културата на безопасност.

^в Правилна ще бъде по-висока оценка, с изключение на случаите, когато нивото на деградация е много ниско.

^г Максимално възможните последици в случай на източник от категория 3, монтиран стационарно в съоръжение, не може да бъде по-висока от ниво 2. Затова за събития с такива съоръжения максималната оценка по въздействието върху защитата в дълбочина следва да се определя на ниво 1.

^д Ниво 3 ще бъде правилно само в случай, когато максималните потенциални последици могат да бъдат по-големи от ниво 4. Съоръжения, в които се използват източници от категория 1, следва да се оценяват с прилагане на указанията, изложени в Раздел 6. Съгласно тези указания оценка на ниво 3 може да бъде дадена само в случай на потенциална възможност за разсейване (дисперсия) на радиоактивен материал. Ако събитието е свързано само с деградация на средствата за осигуряване на безопасността, които предотвратяват преоблъчването на персонала, оценката съгласно тези указания ще бъде на ниво 2.

Други събития, свързани с безопасността

4.33. Таблица 8 следва да се прилага при други събития, свързани с безопасността, които не са обхванати от предишните таблици.

Таблица 8. Оценка на други събития, свързани с безопасността¹⁶

Тип на събитието	Оценка на събитието в зависимост от категорията на източника		
	Кат. 4	Кат. 3 или кат. 2	Кат. 1
В резултат на единично събитие лице от населението получава доза, която превишава пределно допустимата годишна доза.	1	1	1
Работниците или лицата от населението получават сумарни дози на облъчване, които превишават пределно допустимата годишна доза.	1	1	1
Липса или сериозни недостатъци на регистрационните записи, като инвентарни списъци на източници, схеми за организация на дозиметричния контрол.	1	1	1
Изхвърляния на радиоактивност в околната среда, превишаващи разрешените лимити.	1	1	1
Неспазване на условията на лицензията или разрешението при превоз.	1	1	1
Неадекватен радиологичен контрол на превоза.	0 или 1 ^a	0 или 1 ^a	0 или 1 ^a
Радиоактивно замърсяване на опаковките/превозните средства, което има малко или никакво радиологично значение.	0 или 1	0 или 1	0 или 1

¹⁶ Когато има избор от няколко оценки, значимият фактор, който трябва да се отчита, е наличието на последствия, свързани с културата на безопасност, както е указано в т.т. 4.23÷4.25.

Таблица 8. Оценка на други събития, свързани с безопасността¹⁶ (продължение)

Тип на събитието	Оценка на събитието в зависимост от категорията на източника		
	Кат. 4	Кат. 3 или кат. 2	Кат. 1
Радиоактивно замърсяване на опаковките/превозните средства, при което измерванията разкриват прекомерно радиоактивно замърсяване, превишаващо пределно допустимото, и съществува потенциална възможност от радиоактивно замърсяване на населението.	1	1	1
Некоректни или липсващи транспортни документи, етикети на опаковките или предупредителни знаци на транспортното средство. Некоректна или липсваща маркировка на опаковките.	0 или 1	0 или 1	0 или 1
Наличие на радиоактивен материал в предполагаемо празна опаковка.	1	1 или 2 ⁶	1, 2 или 3 ⁶
Радиоактивния материал е поставен в опаковъчния комплект неправилно или в неподходяща опаковка.	0 или 1	1 или 2 ^B	2 или 3 ^B

^a При определяне на оценката трябва да се отчита степента на неадекватност на контрола, както и всякакви последиствия, свързани с културата на безопасност.

⁶ При избора на оценка следва да се отчита наличието на работоспособни средства за осигуряване на безопасността даже в случаите, когато опаковката се е очаквало да бъде празна.

^B По-висока оценка във всяка категория отразява ситуации, при които може с достатъчно основание да се предположи, че неправилен или неподходящ опаковъчен комплект може да доведе до непреднамерено облъчване.

5. ОЦЕНКА НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ВЪРХУ ЗАЩИТАТА В ДЪЛБОЧИНА ПРИ СЪБИТИЯ В ЕНЕРГИЙНИ РЕАКТОРИ ПРИ РАБОТА НА МОЩНОСТ

5.1. Този раздел на ръководството е посветен на събития, при които отсъстват „действителни последиствия“, но някои от средствата за осигуряване на безопасността са отказали.

5.2. Този раздел се отнася конкретно за оценка на събития в енергийни реактори при работа на мощност, но следва също да се прилага и за оценка на събития, които са възникнали при спрян реактор в горещо състояние или при пуск на реактор, доколкото в тези случаи обосноваването на безопасността е аналогично, както за реактор при работа на мощност. Обаче след като реакторът е спрян и разхладен, при което все още се изисква някои системи за безопасност да се намират в работоспособно състояние за да осигурят работоспособността на функциите по безопасност, обикновено има на разположение повече време. Освен това, при спрян реактор конфигурацията на физическите бариери на



защитата в дълбочина понякога е съвсем различна (например отворен първи контур, разхерметизирана и отворена херметична конструкция). Поради тези причини за оценка на събитията се предлага различен подход - събития при спрян реактор в студено състояние следва като правило да се оценяват с използване на указанията, изложени в Раздел 6. Обаче, ако оценката и обосновката на безопасността, която е сила за даденото съоръжение, е основана на метода на изходните събития и системите за безопасност, тогава се допуска възможност за използване на описания в този раздел метод на изходните събития при оценка на събитията.

5.3. Събития на реактори, които се намират в процес на извеждане от експлоатация, когато горивото е извадено от реактора, както и събития на изследователски реактори, следва да се оценяват също с използването на Раздел 6 с цел правилно отчитане на целия спектър на максимално възможните последствия и принципите на безопасност при проектирането.

5.4. Едно съоръжение може да обхваща редица практически дейности и всяка от тях трябва да се разглежда отделно в този контекст. Например експлоатацията на реактора, работа с горещи камери и съхранение на радиоактивни отпадъци следва да се разглеждат като отделни видове дейности, въпреки че те всички могат да се извършват на една площадка. Събитията, свързани с горещите камери или съхраняването на радиоактивни отпадъци следва да се оценяват с използването на указанията, изложени в Раздел 6. Настоящия раздел на ръководството е предназначен конкретно за оценка на събития, свързани с експлоатацията на енергийни реактори.

5.5. Подходът за определяне на нивото на събитието по скалата ИНЕС се основава на оценка на вероятността от прерастване на събитието в авария. При това не следва непосредствено да се използват вероятностните методи, а трябва да се разглежда дали е било необходимо действие на средствата за осигуряване на безопасността, и какви допълнителни техни откази биха могли да доведат до авария. По този начин „базовото ниво за оценка по ИНЕС“ се определя, изхождайки от броя и ефективността на работоспособните средства за осигуряване на безопасността (инженерно - технически системи и административни средства) за предотвратяване, контрол и смекчаване на последствията, включително пасивните и активните системи и бариери.

5.6. С цел отчитане на основните „допълнителни фактори“ следва да се разглежда също възможното повишаване на „базовото ниво“. Такова повишаване на нивото позволява да се отчитат аспектите на събитието, които могат да свидетелстват за по-дълбоко влошаване на състоянието на съоръжението или на организационните мерки на обекта. Разглежданите фактори включват откази по обща причина, процедурни несъответствия и недостатъци в културата на безопасност. Тези фактори може да не са включени в базовата оценка и могат да показват, че значимостта на събитието от гледна точка на защитата в дълбочина е по-висока, отколкото е било прието при определяне на базовото ниво на събитието. Следователно, за правилно информиране за действителната значимост на събитието, неговата оценка се повишава с една степен.

5.7. Другите два раздела, засягащи защитата в дълбочина, съдържат указания относно „максимално възможните последствия“ на събитията. Този аспект обаче не е необходимо да се разглежда в дадения раздел, доколкото количеството гориво в енергиен реактор е такова, че в случай на отказ на всички средства за осигуряване на безопасността е възможна авария, която се оценява на ниво 5 и по-високо. Поради това максималната оценка на въздействието върху защитата в дълбочина е ниво 3.

5.8. Този раздел на ръководството се състои от два основни подраздела. Първият съдържа указания за оценка на базовото ниво на събитието в реактор при работа на



мощност („метод на изходните събития“). Вторият подраздел съдържа указания за повишаване оценката на събитието.

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА БАЗОВОТО НИВО С ОТЧИТАНЕ НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА СРЕДСТВАТА ЗА ОСИГУРЯВАНЕ НА БЕЗОПАСНОСТТА

5.9. Поради факта, че анализа на безопасността на реакторните инсталации по време на работа на мощност се провежда в съответствие с общоприетата международна практика, е напълно възможно да се формулират по-конкретни указания за оценката на средствата за осигуряване на безопасността при събития, свързани с реактори при работа на мощност. Този подход се основава на разглеждане на изходни събития, функции на безопасност и системи за безопасност.

5.10. Изходно събитие или инициатор - това е определено събитие, което води до отклонение от нормалното работно (експлоатационно) състояние и изисква задействането на една или повече функции на безопасност. Изходните събития се използват при анализа на безопасността, за да се оцени достатъчността на съществуващите системи за безопасност; изходно събитие е събитие, което предизвиква системите за безопасност и изисква изпълнението на техните функции.

5.11. По принцип са възможни два типа събития, влияещи на състоянието на защитата в дълбочина:

- (1) изходно събитие (инициатор), което изисква действие на определени системи за безопасност, предназначени за преодоляване на последствията от това изходно събитие;
- (2) влошаване на работоспособността (готовността) на една или повече системи за безопасност без настъпване на изходно събитие, за което са предвидени тези системи за безопасност.

5.12. И в двата случая нивото на работоспособност на системите за безопасност води до ниво на работоспособност за цялостната функция за безопасност, като следва да се отбележи, че няколко системи за безопасност могат да допринесат за изпълнението на една функция за безопасност. Това ниво на работоспособност на функцията за безопасност е важно при определяне оценката на събитието.

5.13. В първия случай оценката на събитието зависи главно от степента на влошаване на работоспособността на функцията на безопасност. Оценката обаче зависи и от очакваната честота на конкретното изходно събитие, което се е случило.

5.14. Във втория случай всъщност няма реално отклонение от нормалната експлоатация на централата, но наблюдаваното влошаване на работоспособността на функцията на безопасност би могло да доведе до значителни последствия, ако действително е възникнало едно от изходните събития, за които са предвидени деградиралите системи за безопасност. В този случай оценката на събитието също ще зависи от:

- очакваната честота на потенциалното изходно събитие;
- готовността на съответната функция на безопасност, гарантирана от работоспособността на определени системи за безопасност.

5.15. Трябва да се отбележи, че при оценката на едно и също конкретно събитие могат да бъдат използвани и двата варианта (виж т.т. 5.29÷5.38 и т.т. 5.39÷5.48).

5.16. За илюстрация на посочените по-горе принципи може да се разгледа реактор, на който защитата от загуба на външно електрозахранване се осигурява от четири дизел-



генератора. За да се случи авария, събитието трябва да застраши безопасността на реактора (в този пример, в резултат на загуба на външно електрозахранване), при което трябва да се случи отказ на защитата (в този пример, не могат да се включат всички дизел-генератори). Началното въздействие върху безопасността на електроцентралата (загуба на външно електрозахранване) се нарича „изходно събитие“, а реакцията на дизел-генераторите се определя като „работоспособност на функцията на безопасност“ (охлаждане на горивото в активната зона след спирането на реактора). По този начин, за да се стане авария, е необходимо да има изходно събитие и неадекватна работоспособност на функцията на безопасност.

5.17. Оценката по критерия за въздействие върху защитата в дълбочина позволява да се оцени доколко близка е била дадената ситуация до авария (т.е. дали изходното събитие се е случило, колко вероятно е било то и каква е била работоспособността на функциите на безопасност). В приведения пример, ако външното електрозахранване се е изключило, обаче всички дизел-генератори са се включили, както е предвидено в проекта, аварията би била малко вероятна (такова събитие би имало оценка „събитие под скалата/ниво 0“). По аналогичен начин, ако един дизел-генератор не се е включил при провеждане на изпитания, но останалите са били работоспособни и външното електрозахранване е било осигурено, тогава аварията би била малко вероятна (в този случай това събитието също би имало оценка „събитие под скалата/ниво 0“).

5.18. Ако по време на експлоатация на мощност бъде открито, че всички дизел-генератори не са били в състояние на готовност през период от един месец, то тогава, даже при условие, че външното електрозахранване е било осигурено и включването на дизел-генераторите не се е изисквало, аварията ще се счита за доста вероятна, доколкото вероятността от загуба на външно електрозахранване е относително висока (такова събитие вероятно би могло да бъде оценено на ниво 3 при условие, че отсъстват други средства за осигуряване на безопасността).

5.19. Процедурата за оценка затова позволява да се изясни дали се е изисквало да се задейства функцията на безопасност (т.е. случило ли се е изходно събитие), каква е била предполагаемата вероятност за изходното събитие и каква е била работоспособността на съответните функции на безопасност.

5.20. Основния подход за оценка на събитията е да се определи честотата (вероятността) на възникване на съответните изходни събития и работоспособността на засегнатите функции на безопасност. След това се използват две таблици за да се определи подходящото базово ниво (виж указанията в т.т. 5.29÷5.38 и т.т. 5.39÷5.48). Подробни указания по всеки аспект на оценката са посочени по-долу.

Определяне на честотата (вероятността) на възникване на изходните събития

5.21. Избрани са четири различни категории за честотата (вероятността):

(1) Очаквани: Тази категория обхваща изходни събития, които се очаква да се случат един или няколко пъти за целия срок на експлоатация на съоръжението (т.е. $> 10^{-2}$ /год).

(2) Възможни: Изходни събития, които не се очакват, но тяхната предполагаема честота (f) за времето на жизнения цикъл на съоръжението е повече от около 1% (т.е. $10^{-4} < f < 10^{-2}$ /год).

(3) Малко вероятни: Изходни събития, които са взети под внимание в проекта на съоръжението и които са по-малко вероятни от предишните ($\leq 10^{-4}$ /год).



(4) Надпроектни: Изходни събития с много ниска честота, които като правило не са включени в анализа на безопасността на съоръжението. Ако все пак са предвидени системи за защита от такива изходни събития, то не е задължително тези системи да имат същото ниво на резервиране или разнообразие, както мерките за защита от проектните изходни събития.

5.22. В обосновката на безопасността за всеки реактор се предвиждат специфични списъци и класификация на изходните събития, които следва да се използват при оценката на събитията. Типични примери за проектни изходни събития, които са били използвани за реакторите с топлоносител и забавител вода под налягане (PWR и ВВЕР), са представени в Приложение №5, които са категоризирани в съответствие с използваните по-рано категории на честотата (вероятността) на тяхното възникване. Тези примери могат да служат като справочен материал в процеса на оценката, но е важно във всички случаи, когато е възможно, да се използват изходните събития и данните за тяхната честота, които се отнасят конкретно за съоръжението.

5.23. Малките отклонения, които се отстраняват от системите за нормална експлоатация (а не от системите за безопасност) не се включват в списъка на изходните събития. Ако обаче системите за контрол и управление не могат да стабилизират състоянието на реактора, то в крайна сметка такава ситуация може да прерасне в изходно събитие. По тази причина изходното събитие може да не съвпада с това произшествие, с което е започнало разглежданото събитие; от друга страна, няколко различни последователности от изходни събития често могат да бъдат групирани като едно изходно събитие.

5.24. За много събития е необходимо да се вземе в предвид повече от едно изходно събитие, всяко от които се оценява на определено ниво по скалата. В този случай даденото събитие като цяло се оценява на най-високото от нивата, на които са оценени всяко от изходните събития. Например, рязко увеличаване на мощността на реактора може да бъде изходно събитие, предизвикващо действие на защитна функция. Последвалото след това успешно задействане на системата за защита на реактора може да доведе до спиране на реактора. Тогава бързото спиране на реактора следва да се разглежда като изходно събитие, предизвикващо действие на функцията за охлаждане на горивото.

Работоспособност на функциите на безопасност

5.25. Трите основни функции на безопасност за експлоатация на реактора са:

- (1) контрол на реактивността;
- (2) охлаждане на горивото (отвеждане на остатъчното топлоотделяне);
- (3) задържане (локализация) на радиоактивния материал в определените граници.

5.26. Изпълнението на тези функции се осигурява от пасивни системи (такива като физически бариери) и от активни системи (такива като системата за управление и защита на реактора). Няколко системи за безопасност могат да допринесат за изпълнението на определена функция на безопасност и функцията все още може да бъде изпълнена дори при неработоспособност на една от системите. При настъпване на изходно събитие системите, които не са системи за безопасност, също могат да допринесат за изпълнението на конкретна функция на безопасност (виж пояснението към определението на „Достатъчна“ в т. 5.28. В.). От друга страна за изпълнението на функциите на безопасност се изискват спомагателни системи, такива като електроснабдяване, охлаждане, хранване на контролно-измерителните прибори. При оценка на събитията е важно да се разглежда работоспособността (готовността) на функцията на безопасност, а не работоспособността на индивидуална система. Системата или компонента се считат за работоспособни, ако са способни да изпълняват изискваната от тях функция по правилния начин.



5.27. Работоспособността (готовността) на всяка система за безопасност се регламентира от експлоатационните предели и условия (ЕПУ), които са включени в технологичните регламенти (ТР) за експлоатация.

5.28. Работоспособността на функцията на безопасност за конкретно изходно събитие може да варира от състояние, когато са напълно работоспособни всички елементи на системите за безопасност, предназначени за изпълнение на дадената функция, до състояние, когато готовността за изпълнение на дадената функция на безопасност е недостатъчна. При оценка на събитията се разглеждат четири степени на работоспособност:

А. Пълна: Всички системи за безопасност и компоненти, които са предвидени в проекта за случай на конкретно изходно събитие с цел ограничаване на неговите последици, са напълно работоспособни (т.е. осигурени са тяхната резервираност и разнообразие).

Б. Минимално изисквана от ЕПУ: Минимално ниво на работоспособност на всяка от системите за безопасност, които трябва да осигуряват съответната функция на безопасност, при което работата на мощност на реактора може да продължи (по възможност за ограничен период от време), както това е определено в ЕПУ.

Такова ниво на работоспособност като правило съответства на минималната работоспособност на различните системи за безопасност, при което функцията на системите за безопасност може да бъде изпълнена при всички изходни събития, отчитани в проекта на съоръжението. Обаче за някои конкретни изходни събития може все още да се съхранят резервиране и разнообразие.

В. Достатъчна: Нивото на работоспособност поне на една от системите за безопасност, които трябва да осигуряват съответната функция на безопасност, е достатъчно за изпълнение на конкретната функция на безопасност за разглежданото изходно събитие.

В някои случаи категориите Б и В могат да бъдат еднакви (т.е. работоспособността да бъде недостатъчна с изключение на случаите, когато всички системи за безопасност отговарят на изискванията на ЕПУ). В други случаи категория В ще съответства на нивото на работоспособност, по-ниско от изискваното от ЕПУ. Например, ако са предвидени разнородни системи за безопасност и всяка трябва да е работоспособна съгласно ЕПУ, но е работоспособна само една от тях. Друг случай е, когато всички системи за безопасност, които са проектирани да осигурят функция на безопасност, са неработоспособни за толкова кратко време, че функцията за безопасност все още може да бъде осигурена, въпреки че системите за безопасност не отговарят на изискванията на ЕПУ. (Например функцията на безопасност „охлаждане на горивото“ може да бъде осигурена, ако пълната загуба на външно електрозахранване се случва само за кратко време). При оценка на ефективността на такива средства може да се вземе в предвид наличното време, а също така времето, необходимо за определяне и осъществяване на съответните коригиращи мерки.

Възможно е също така функцията на безопасност да е *достатъчна* поради работоспособността на системите, които не са важни за безопасността. Такива системи могат да бъдат взети под внимание, ако е доказано (или е известно), че те са били работоспособни по време на събитието. Трябва обаче да се внимава при включване в оценката на системи, които не са важни за безопасността, тъй като тяхната работоспособност обикновено не се контролира и тества по същия начин, както това се прави за системите за безопасност.



Г. Недостатъчна: Работоспособността на системите за безопасност е такава, че нито една от тях не може да изпълни функцията на безопасност при разглежданото изходно събитие.

Трябва да се отбележи, че ако категории В и Г обхващат някои диапазони на състоянието на съоръжението, то категории А и Б представляват определени степени на работоспособност. Следователно фактическата работоспособност може да се намира между категориите А и Б (т.е. тя може да бъде по-малка от *пълна*, но по-голяма от тази, която е минимално допустима за продължителна работа на мощност). Това е разгледано в т.т. 5.29÷5.38.

Оценка на базовото ниво на събития с реално изходно събитие (инициатор)

5.29. За да се получи базовото ниво на оценка по скалата, е необходимо преди всичко да се реши дали действително е било необходимо действие на системите за безопасност (настъпило ли е реално изходно събитие). Ако това се е случило, тогава следва да се използва този подраздел, а в противен случай - следващия подраздел. В някои случаи се налага да се разглеждат събития с използване на указанията на двата подраздела, ако изходното събитие се е случило и при това е била разкрита намалена работоспособност на система, действието на която не се е изисквало от реалното изходно събитие (например, ако при бързо спиране на реактора без загуба на външно електрозахранване е открита намалена работоспособност на дизел-генераторите).

5.30. За събития, включващи потенциални откази, които могат да доведат до изходно събитие (например откриване на структурни дефекти или малки течове, които са прекратени чрез действия на оператора), се прилага аналогичен подход, но в този случай също е необходимо да се взема под внимание вероятността от възникване на потенциално изходно събитие. Това е пояснено в т.т. 5.49÷5.51.

Основа на оценката

5.31. Съответстващите оценки на събитията с реални изходни събития са показани в Таблица 9. Основания за определяне на нивата по скалата, посочени в таблицата, са представените по-долу съображения.

5.32. Ако функцията на безопасност е *недостатъчна*, то ще настъпи авария и тя трябва да бъде оценявана на основата на действителните последици. Такава оценка може да надхвърли ниво 3. От гледна точка на въздействието върху защитата в дълбочина обаче ниво 3 представлява най-високата оценка. Такава ситуация отразява оценка 3+ в Таблица 9.

5.33. Ако функцията на безопасност е просто *достатъчна*, тогава отново ниво 3 е подходящо, защото последващ отказ ще доведе до авария. Обаче в някои други случаи, даже когато работоспособността е по-ниска от изискваната от ЕПУ, тя може да бъде значително по-голяма от просто *достатъчна*, особено в случаите на *очаквани* изходни събития, доколкото и в тези случаи в изискванията на ЕПУ често се предвиждат значителни мерки за осигуряване на резервираност и разнообразие. Затова в Таблица 9 за *очаквани* изходни събития и *достатъчна* функция на безопасност е посочено ниво 2 или 3, и изборът зависи от степента, до която работоспособността е по-голяма от само *достатъчна*. В случай на *малко вероятни* изходни събития работоспособността, изисквана от ЕПУ, вероятно ще бъде само *достатъчна*, и следователно като цяло ниво 3 ще съответства на *достатъчна* работоспособност. Обаче може да има конкретни изходни събития, за които е предвидено резервиране, и затова в Таблица 9 е посочено ниво 2 или 3 за всички вариации на честотата на възникване на изходните събития.

5.34. При *пълна* работоспособност на функцията на безопасност и *очаквано* изходно



събитие оценката трябва да бъде събитие „под скалата/ниво 0“, както е показано в Таблица 9. Обаче при възникване на *възможно* или *малко вероятно* изходно събитие, въпреки че може да е предвидена значителна степен на резервираност на системите за безопасност, това представлява всъщност отказ на един от важните компоненти на защитата в дълбочина, а именно предотвратяване възникването на изходни събития. Поради тази причина Таблица 9 показва ниво 1 за *възможни* изходни събития и ниво 2 за *малко вероятни* изходни събития.

5.35. Ако работоспособността на функциите на безопасност е *минимално изисквана от ЕПУ*, тогава в някои случаи, както вече беше отбелязано, при *възможни* и особено при *малко вероятни* изходни събития няма да е осигурено допълнително резервиране. Затова нива 2 и 3 са подходящи в зависимост от оставащото резервиране. За *очаквани* изходни събития се осигурява допълнително резервиране, и поради това се прилага по-ниска оценка по скалата. В Таблица 9 са показани нива 1 или 2, и отново избора на оценката зависи от допълнителното резервиране за съответната функция на безопасност. Когато работоспособността на функцията на безопасност е по-голяма от *минимално изискваната от ЕПУ*, но е по-малка от *пълна*, може да се осигурява значителна степен на резервиране и разнообразие за *очакваните* изходни събития. В такива случаи по-правилна е оценката „събитие под скалата/ниво 0“.

Таблица 9. Събития с реално изходно събитие (инициатор)

Работоспособност на функцията на безопасност	Честота за поява на изходното събитие		
	(1)	(2)	(3)
	Очаквано	Възможно	Малко вероятно
А Пълна	0	1	2
Б Минимално изисквана от експлоатационните предели и условия (ЕПУ)	1 или 2	2 или 3	2 или 3
В Достатъчна	2 или 3	2 или 3	2 или 3
Г Недостатъчна	3+	3+	3+

Процедура за оценка

5.36. С отчитане на общата информация, представена в предишния подраздел, събитията следва да се оценяват като се използва следната процедура:

- (1) Определете изходното събитие, което се е случило.
- (2) Определете категорията на изходното събитие съгласно честотата му за поява. При избора на подходящата категория следва да се изхожда от честотата, която е била приета в анализа на безопасността на съоръжението (обосновката на безопасността на съоръжението и параметрите на безопасна експлоатация).
- (3) Определете категорията на работоспособността (готовността) на функциите на безопасност, действието на които е било предизвикано от изходното събитие.
 - а) важно е да се разглеждат само тези функции на безопасност, действието на които се изисква от изходното събитие. Ако е открита деградация на други системи за безопасност, тя трябва да се оценява от съгласно указанията за *събития без реално изходно събитие*, изложени в т.т. 5.39÷5.48, по отношение на това изходно събитие, което би изисквало действието на тази функция на безопасност.



- б) при оценка на съответствието на работоспособността с изискванията на ЕПУ трябва да се вземат предвид изискванията за работоспособност преди събитието, а не тези, които се прилагат по време на събитието.
 - в) ако работоспособността съответства на изискванията на ЕПУ, но също така е *достатъчна*, трябва да се използва категорията на работоспособност В, тъй като няма допълнително резервиране (виж т. 5.28. В.).
- (4) Определете категорията на честотата, с която се характеризира даденото изходно събитие. При избора на подходящата категория следва да се изхожда от честотата, която е била приета в анализа на безопасността на съоръжението (обосновката на безопасността на съоръжението и параметрите на безопасна експлоатация).
- а) ако работоспособността на функцията на безопасност е просто *достатъчна* (т.е. още един отказ може да доведе до авария), тогава ниво 3 е подходящо.
 - б) в комбинация Б1 на Таблица 9 правилният избор ще бъде по-ниско ниво, ако се запазва значителна степен на резервиране и/или разнообразие.
 - в) в проектите на някои реактори е предвидено осигуряването на голям запас на резервиране/разнообразие за *очакваните* изходни събития. Ако работоспособността на функцията на безопасност е значително по-голяма от *минимално изискваната от ЕПУ*, но е малко по-малка от *пълна*, то подходяща е оценката „събитие под скалата/ниво 0“.

5.37. *Надпроектните* изходни събития не са включени като отделен елемент в Таблица 9. Ако такова изходно събитие се е случило, то след него може да последва авария, изискваща оценка на основата на действителните последствия. Ако то не се е случило, тогава правилна ще бъде оценката по въздействие върху защитата в дълбочина на ниво 2 или 3, в зависимост от степента на резервиране на системите, осигуряващи защита.

5.38. С помощта на Таблица 9 може да бъде оценено въздействието на вътрешни или външни опасности като пожари, наводнения, цунами, взривове, урагани, смерчове (торнадо) или земетресения. Самата опасност не се разглежда като изходно събитие (доколкото опасността може да доведе или до изходни събития, или до деградация на системите за безопасност, или и до двете едновременно), но системите за безопасност, които остават работоспособни, трябва да бъдат оценени във връзка с възникналото изходно събитие и/или спрямо потенциално изходно събитие.

Оценка на базовото ниво на събития без реално изходно събитие (инициатор)

5.39. Както е посочено в предишния подраздел, за да се получи базовото ниво е необходимо преди всичко да се прецени дали фактически е било необходимо действие на системите за безопасност (случило ли се е реално изходно събитие). Ако това е така, следва да се ползват указанията, посочени в т.т. 5.29÷5.38; в противен случай е необходимо да се следват указанията на настоящия подраздел. В някои случаи трябва да се разглежда събитието с използване на указанията и на двата подраздела, ако изходното събитие се е случило и при това е била открита намалена работоспособност на система, действието на която не се е изисквало от реалното изходно събитие (например, ако при бързо спиране на реактора без загуба на външно електрозахранване е открита намалена работоспособност на дизел-генераторите).

5.40. За събития, които включват потенциални откази, които могат да доведат до неработоспособност на системи за безопасност (например откриване на структурни дефекти), се прилага аналогичен подход, но при това е необходимо да се взема под внимание вероятността от възникване на неработоспособност на системи за безопасност.



Това е обяснено в т.т. 5.49÷5.51.

Основа на оценката

5.41. Съответстващите оценки на събитията без реални изходни събития са показани в Таблица 10. Основания за определяне на нивата по скалата, посочени в таблицата, са представените по-долу съображения.

5.42. Оценката на събитието ще зависи от степента на деградация на функциите на безопасност и от вероятността на изходното събитие, за което те са предназначени. Това е вероятността изходното събитие да се появи през периода на деградация на функцията на безопасност, но като цяло методологията не отчита този период. Ако периода на деградация е много кратък, може да е подходяща оценката на ниво, което е по-ниско от предвиденото в Таблица 10.

5.43. При *недостатъчна* работоспособност на функцията на безопасност аварията се предотвратява само защото изходното събитие не настъпва. В такъв случай, ако функцията на безопасност се изисква за *очаквани* изходни събития, е подходящо ниво 3. Ако *недостатъчната* функция на безопасност се изисква само за *възможни* или *малко вероятни* изходни събития, явно е подходящо по-ниско ниво, тъй като вероятността от авария е много по-ниска. Затова в Таблица 10 е посочено ниво 2 за *възможни* изходни събития и ниво 1 за *малко вероятни* изходни събития.

5.44. Очевидно е, че избраното ниво трябва да бъде по-ниско, когато функцията на безопасност е *достатъчна*, отколкото в случай, когато тази функция е *недостатъчна*. По този начин, ако функцията се изисква за *очакваните* изходни събития и работоспособността е просто *достатъчна*, ниво 2 на оценката е подходящо. Обаче в някои случаи работоспособността на функцията на безопасност може да бъде значително по-голяма от просто *достатъчна*, но при това тя да не е в рамките на експлоатационните предели и условия (ЕПУ). Това е така, защото в случай на работоспособност, която е *минимално изисквана от ЕПУ*, често се предвиждат мерки по осигуряване на резервиране и/или разнообразие спрямо някои *очаквани* изходни събития. В такива ситуации ниво 1 би било по-подходящо. По този начин Таблица 10 показва избор на ниво 1 или 2. Подходящото ниво следва да бъде избрано в зависимост от запазените средства за осигуряване на резервиране и/или разнообразие.

5.45. Ако функцията на безопасност се изисква за *възможни* или *малко вероятни* изходни събития, тогава намаляване с една степен от нивото, получено по-горе за *недостатъчна* работоспособност дава ниво 1 за *възможни* изходни събития и оценка „под скалата/ниво 0“ за *малко вероятни* изходни събития. Обаче не се счита за правилна оценката „под скалата/ниво 0“ при намаляване на работоспособността на системите за безопасност под необходимата работоспособност съгласно ЕПУ. Затова в Таблица 10 е показана ниво 1 на оценката както за *възможни*, така и за *малко вероятни* изходни събития.

5.46. Ако работоспособността на функцията на безопасност е *пълна* или *минимално изисквана от ЕПУ*, съоръжението остава в рамките на параметрите за безопасна експлоатация и оценката „под скалата/ниво 0“ е подходяща за всички честоти на изходните събития. Затова оценката „под скалата/ниво 0“ е показана в редове А и Б на Таблица 10.



Таблица 10. Събития без реално изходно събитие (инициатор)

Работоспособност на функцията на безопасност	Честота поява на изходното събитие		
	(1) Очаквано	(2) Възможно	(3) Малко вероятно
А Пълна	0	0	0
Б Минимално изисквана от експлоатационните предели и условия (ЕПУ)	0	0	0
В Достатъчна	1 или 2	1	1
Г Недостатъчна	3	2	1

Процедура за оценка

5.47. С отчитане на общата информация, представена в предишния подраздел, събитията следва да се оценяват като се използва следната процедура:

- (1) Определете категорията на работоспособност на функцията на безопасност:
 - а) ако работоспособността е *достатъчна* и удовлетворява изискванията на ЕПУ, трябва да се използва категория Б за работоспособност, тъй като съоръжението остава в рамките на параметрите за безопасна експлоатация.
 - б) на практика системите за безопасност или техните компоненти могат да бъдат в такова състояние, което не е напълно описано от никоя от четирите категории. Работоспособността на функцията на безопасност може да бъде по-малка от *пълна*, но повече от *минимална изисквана от ЕПУ*, или системата като цяло може да е работоспособна, но да е във влошено състояние поради загуба на сигнали (показания). В такива случаи трябва да се използват съответните категории, за да се определи възможният диапазон на оценката, в който подходящото ниво се определя чрез експертна преценка.
- (2) Определете категорията на честотата на поява на изходното събитие, за което се изисква функцията на безопасност.
 - а) ако има повече от едно изходно събитие, тогава всяко от тях трябва да бъде разгледано и трябва да се използва това, което дава най-високата оценка.
 - б) ако честотата лежи на границата между две категории, и двете категории могат да бъдат използвани за определяне на възможния диапазон на оценка, и тогава отново ще е необходима експертна преценка.
 - в) за системите, които са специално предвидени за защита от опасности, такава опасност следва да се разглежда като изходно събитие.
- (3) Оценката на събитието трябва да се определи от Таблица 10.
 - а) ако периодът на неработоспособност е бил много кратък в сравнение с интервала между изпитванията на компонентите на системата за безопасност (например няколко часа за компонент с месечен период на изпитване), следва да се разгледа намаляване на базовото ниво на събитието.
 - б) при комбинация В1 на Таблица 10, където е даден избор на оценка, изборът трябва да се основава на това дали работоспособността е само *достатъчна*



или дали все още съществува резервиране и/или разнообразие за разглежданото изходно събитие.

5.48. *Надпроектните* изходни събития не са включени като отделен елемент в Таблица 10. Ако работоспособността на засегнатата функция на безопасност е по-малка от *минимално изискваната от ЕПУ*, ниво 1 е подходящо. Ако работоспособността е в рамките на изискванията на ЕПУ или ЕПУ не предвиждат никакви ограничения за работоспособността на системата, е подходяща оценката „под скалата/ниво 0“.

Потенциални събития (включително структурни дефекти)

5.49. Някои събития сами по себе си не водят до изходно събитие или влошаване на работоспособност на системата за безопасност, но увеличават вероятността за възникване на такова събитие. Примери за това са откриване на структурни дефекти или теч, спрян от експлоатационния персонал. Общият подход за оценка на тези събития е следният. Първо, значимостта на потенциалното събитие трябва да се оцени, като се приеме, че то действително се е случило и се приложат указанията, представени в т.т. 5.29÷5.38 или 5.39 - 5.48 от предишните два подраздела на настоящото ръководство, с отчитане на работоспособността на средствата за осигуряване на безопасността, които са съществували в този момент. Изборът на указанията на съответния подраздел зависи от характера на потенциалното събитие, дали то е било изходно събитие или деградация на система за безопасност. На второ място, оценката трябва да бъде намалена в зависимост от вероятността потенциалното събитие да възникне в резултат на действителното събитие. Нивото, до което оценката следва да бъде намалена, трябва да се основава на експертна преценка.

5.50. Един от най-разпространените примери за потенциални събития - това е откриването на структурни дефекти. Програмата за контрол има за цел да идентифицира структурните дефекти, преди размерът им да стане неприемлив. Ако размерът на дефекта е в рамките на допустимото, тогава се прилага оценка „под скалата/ниво 0“.

5.51. Ако събитието е откриване на дефект, по-голям от очаквания по програмата за контрол, то при оценката на събитието трябва да вземат предвид следните два фактора:

- (1) Оценката на потенциалното събитие следва да се определи, като се приеме, че дадения дефект е довел до отказ на компонент, и да се приложат указанията, представени в т.т. 5.29÷5.38 или 5.39÷5.48 от предишните два подраздела. Ако дефектът е открит в система за безопасност, то базовата оценка на потенциалното събитие се определя чрез прилагане на указанията, представени в т.т. 5.39÷5.48. При това е възможно да се наложи да се отчете вероятността за общ отказ (отказ по обща причина). Ако отказа на компонента, имащ дефект, е могъл да предизвика изходно събитие, тогава базовата оценка на потенциалното събитие се определя чрез прилагането на указанията, представени в т.т. 5.29÷5.38. Въпреки че дефектът може да е бил открит по време на спрян реактор, неговата важност за безопасността трябва да се има предвид за периода от време, през който е вероятно дефекта да е съществувал.
- (2) Оценката на потенциалното събитие, получена по този начин, следва да се коригира в зависимост от вероятността дефектът да е довел до отказ на компонента, и също като се вземат предвид допълнителните фактори, които са разгледани в т.т. 5.53÷5.69 на следващия подраздел „Разглеждане на допълнителните фактори“.

Събития под скалата/ниво 0

5.52. По принцип събитията трябва да бъдат оценени „под скалата/ниво 0“ само ако



прилагането на процедурите, описани по-горе, не води до по-висока оценка. Въпреки това, при условие че не е приложим никой от допълнителните фактори, разгледани в следващия подраздел, следните типове събития са типични за тези, които ще бъдат категоризирани като „под скалата/ниво 0“:

- нормално протичащо бързо спиране на реактора;
- лъжливо задействане¹⁷ на системите за безопасност, последвано от нормално връщане в експлоатация, без да се засяга безопасността на съоръжението;
- изтичане на топлоносител с обем, който е по-малък от допустимия от ЕПУ;
- единични откази или неработоспособност на компоненти в резервирана система, открити при планирана периодична проверка или изпитване.

РАЗГЛЕЖДАНЕ НА ДОПЪЛНИТЕЛНИТЕ ФАКТОРИ

5.53. Някои фактори могат да въздействат едновременно на различни нива на защитата в дълбочина и следователно трябва да се разглеждат като допълнителни фактори, които могат да служат като основание за повишаване на оценката на събитието с едно ниво над базовата оценка, получена съгласно предходните указания.

5.54. Към основните допълнителни фактори се отнасят:

- откази по обща причина;
- несъответствия на процедурите;
- недостатъци в културата на безопасност.

5.55. Поради тези допълнителни фактори е възможно дадено събитие да бъде оценено на ниво 1, въпреки че само по себе си то няма значение за безопасността без да се вземат предвид тези допълнителни фактори.

5.56. Когато се разглежда повишаването на базовата оценка на основание на тези фактори, е необходимо да се вземат под внимание следните аспекти:

- (1) Като се отчитат всички допълнителни фактори, оценката на събитието може да се увеличи само с едно ниво.
- (2) Някои от горните фактори може вече да са били включени в базовата оценка (например отказ по обща причина). Поради това е важно да се внимава такива откази да не се отчитат двойно.
- (3) Събитието не може да бъде оценено по-високо от ниво 3 и тази горна граница за защитата в дълбочина трябва да се прилага само за онези ситуации, при които ако се е случило още едно събитие (или *очаквано* изходно събитие, или отказ на още един компонент), би настъпила авария.

Откази по обща причина

5.57. Отказ по обща причина – това е отказът на две или повече системи или компоненти вследствие на единично конкретно събитие или причина [3]. По-специално, отказът по обща причина може да причини отказ на резервирани компоненти или устройства, предназначени да изпълняват една и съща функция на безопасност. Това може да означава, че надеждността на цялата функция на безопасност може да бъде много по-ниска от очакваната. Затова събитие, въздействащо на елемент, който предопределя потенциален отказ по обща причина, засягаща други подобни компоненти, е по-сериозно от събитие, включващо случаен отказ на компонента.

5.58. Събития, свързани със затруднения при експлоатацията на някои системи в резултат на отсъстваща или невярна информация, също могат да се разглеждат от гледна точка на повишаване на оценката вследствие на отказ по обща причина.



Несъответствия на процедурите

5.59. Вследствие на прилагането на неадекватни процедури, могат да бъдат подложени на едновременно въздействие няколко нива на защита на защитата в дълбочина. Поради това такива несъответствия на процедурите също са възможна причина за повишаване на базовата оценка.

5.60. Примери за несъответствия на процедурите могат да бъдат:

- неправилни или недостатъчни инструкции, дадени на експлоатационния персонал за справяне със събитие (по време на аварията на АЕЦ „Три-Майл-Айленд“ през 1979 г. процедурите за операторите в случай на задействане на аварийното подхранване не са били подходящи за конкретната ситуация на загуба на топлоносител от парната фаза на компенсатора на налягането);
- недостатъци в програмата за контрол, проявяващи се в нарушения, които не са били открити от нормалните процедури; или периоди на неготовност на системата/оборудването, значително надхвърлящи интервала на изпитване.

Недостатъци в културата на безопасност

5.61. Добрата култура на безопасност помага да се предотвратят инциденти, но от друга страна, липсата на култура на безопасност може да доведе до това експлоатационният персонал да работи по начин, който не е в съответствие с проекта. Затова културата на безопасност може да се разглежда като част от защитата в дълбочина, и следователно недостатъците в културата на безопасност могат да оправдаят увеличаването на оценката на събитие с едно ниво.

5.62. За повишаване на оценката вследствие на недостатъци в културата на безопасност събитието трябва да се разглежда като реален индикатор за проблеми с културата на безопасност.

Нарушение на експлоатационните предели и условия (ЕПУ)

5.63. Един от най-лесно дефинираните показатели за проблеми с културата на безопасност е нарушение на експлоатационните предели и условия (ЕПУ). ЕПУ регламентират минималната работоспособност на системите за безопасност, при която експлоатацията съответства на изискванията за осигуряване на безопасността на реактора. ЕПУ може също да включват експлоатация с намалена готовност на системите за безопасност за ограничен период от време. ЕПУ са включени в Технологичния регламент за експлоатация (ТР). Освен това, в случай че ЕПУ не са спазени, в Технологичния регламент са описани действията, които трябва да се предприемат, включително допустимото време за възстановяване, както и подходящото състояние след възстановяването.

5.64. Ако се установи, че готовността на системата е по-ниска от тази, определена за категория Б (например след регламентно изпитване), но реакторът е приведен в безопасно състояние в съответствие с Технологичния регламент, събитието следва да се оцени, както е описано в т.т. 5.29÷5.38 и 5.39÷5.48, но базовата оценка не трябва да се увеличава, тъй като са спазени изискванията на Технологичния регламент.

¹⁷ Лъжливо задействане в дадения контекст се счита за задействане на система за безопасност в резултат на отказ на системата за управление, отклонение на показанията на приборите или индивидуална човешка грешка. Обаче не следва да се счита за лъжливо задействането на система за безопасност вследствие на изменения на физическите параметри, предизвикано от неволни действия на друго място в съоръжението.



5.65. Ако работоспособността на функцията на безопасност е в рамките на определената за категория Б, но експлоатационният персонал остава повече от разрешеното време (което е определено в ТР) в този режим на готовност, базовата оценка е ниво 0, но оценката следва да бъде увеличен до ниво 1 поради недостатъци в културата на безопасност.

5.66. Също така, ако експлоатационният персонал предприеме съзнателни действия, които водят до това, че експлоатационната готовност на съоръжението е в нарушение на ЕПУ, трябва да се обмисли увеличаването на базовата оценка на събитието поради проблеми с културата на безопасност.

Други недостатъци в културата на безопасност

5.67. Други примери за показатели за недостатъци в културата на безопасност могат да бъдат:

- нарушение на процедура без предварително одобрение;
- недостатък в процеса на осигуряване на качеството;
- натрупване на човешки грешки;
- облъчване на лица от населението в резултат на единично събитие, превишаващо установените предели за годишна доза;
- сумарно облъчване на персонала или на лица от населението, превишаващо установените предели за годишна доза;
- неспазване на правилен контрол за радиоактивните материали, включително изхвърляне в околната среда, разпространение на радиоактивно замърсяване или нарушение в системите за дозиметричен контрол;
- повторението на събитие, ако има доказателства, че операторът не е извлякъл правилно съответните уроци или не е предприел коригиращи действия след първото подобно събитие.

5.68. Важно е да се отбележи, че целта на настоящия раздел не е да се инициира дълъг и подробен анализ, а да се прецени дали има възможност за оперативна експертна преценка от тези, които оценяват събитието. Често е трудно веднага след събитието да се определи необходимостта от повишаване на оценката на събитието поради културата на безопасност. В този случай следва да се дава предварителна оценка въз основа на това, което е известно към момента, а окончателната оценка може след това да вземе предвид допълнителната информация, свързана с културата на безопасност, която ще е получена в резултат на детайлно изследване.

РАБОТНИ ПРИМЕРИ ЗА ОЦЕНКА ВАЖНОСТТА НА СЪБИТИЯ В ЕНЕРГИЙНИ РЕАКТОРИ ПО СКАЛАТА ИНЕС (НИВО 0 И НИВО 1)

5.69. В т. 6.48 на Раздел 6 на ръководството са представени някои работни примери за оценка важността на събития в енергийни реактори по скалата ИНЕС. Тези примери включват събития от ниско ниво по скалата ИНЕС (ниво 0 и ниво 1) и имат за цел да илюстрират оценката на този тип събития, които възникват най-често при работа на енергийни реактори на мощност.

6. ОЦЕНКА НА ВЪЗДЕЙСТВИЕТО ВЪРХУ ЗАЩИТАТА В ДЪЛБОЧИНА ПРИ СЪБИТИЯ В ДРУГИ СЪОРЪЖЕНИЯ

6.1. В този раздел са разгледани събития, при които няма „действителни последиствия“, но има отказ на някои от средствата за осигуряване на безопасността.



6.2. Указанията в този раздел се отнасят за всички събития в съоръжения от ядрения горивен цикъл, изследователски реактори, ускорители (например линейни ускорители и циклотрони) и за събития, свързани с откази на средствата за осигуряване на безопасност в съоръжения, включващи производството и разпределението на радионуклиди, или в съоръжения, в които се използват източници от категория 1. Докато предишния раздел съдържа указания, касаещи събития в енергийни реактори по време на експлоатация, в настоящият раздел са изложени указания за широк кръг от други събития на реакторни площадки. Те включват събития, свързани с реактори в студено състояние или спрени за дълъг период от време, които се извеждат от експлоатация, независимо дали горивото все още е на площадката или не, както и други събития на реакторни площадки, като тези, свързани със съоръжения за съхранение на радиоактивни отпадъци или съоръжения за поддръжка. Разделът се основава на това, което е известно като „метод на нивата на защита“.

6.3. Във всички съоръжения, работещи с радиоактивни материали, са предвидени средства за защита в дълбочина, като например блокировки, системи за охлаждане, физически бариери. Те осигуряват защитата на населението и персонала и включват средства за предотвратяване на попадането на радиоактивен материал в недостатъчно защитени места, както и за предотвратяване на изхвърлянето на радиоактивен материал.

6.4. Настоящият раздел се състои от три основни подраздела. В първият са изложени общите принципи за оценка на събитията по тяхното въздействие върху защитата в дълбочина. Те обхващат широк кръг от съоръжения и събития от различен тип, и поради това имат общ характер. За осигуряване на последователно и съгласувано прилагане на общите правила, във втория подраздел са представени по-подробни указания, включително указания, засягащи повишаването на оценката на събитията. В третия подраздел са дадени специфични указания, касаещи събития от конкретен тип.

ОБЩИ ПРИНЦИПИ ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА

6.5. Въпреки че в скалата ИНЕС са предвидени три нива за въздействие върху защитата в дълбочина, за някои съоръжения или практически дейности максималните възможни последствия, даже при отказ на всички средства за осигуряване на безопасността, са ограничени от наличното количество на радиоактивния материал и механизма на изхвърляне (изтичане). Не е подходящо да се оценяват събитията, свързани с осигуряването на защитата в дълбочина в случаите на такива видове практическа дейност, на най-високите нива на въздействие върху защита в дълбочина. Ако максималните възможни последствия за конкретната практическа дейност не могат да бъдат оценени по-високо от ниво 4 на скалата, то максималната оценка по защитата в дълбочина съответства на ниво 2. По същия начин, ако максималните възможни последствия не могат да бъдат оценени по-високо от ниво 2, то максималната оценка по защитата в дълбочина съответства на ниво 1. В едно съоръжение може да се осъществяват редица различни практически дейности и всяка практическа дейност трябва да се разглежда отделно в този контекст. Например съхранението и преработването на радиоактивни отпадъци следва да се разглеждат като отделни видове практически дейности, въпреки че и двете могат да се осъществяват в едно съоръжение.

6.6. След определяне на горното пределно ниво на оценката по защитата в дълбочина, е необходимо да се изясни какви средства за осигуряване на безопасността съхраняват своята работоспособност (т.е. какви допълнителни откази на средствата за осигуряване на безопасността трябва да се случат, за да възникнат максималните възможни последствия за дадения вид практическа дейност). Това включва разглеждане на инженерно-техническите системи (хардуерните системи) и административните средства за превенция,



контрол и смекчаване на последствията, включително пасивни и активни бариери. Подходът за оценяване се основава на оценка на вероятността за развитие на събитието в авария, при това не следва директно да се използват вероятностни методи, а да се вземат предвид какви допълнителни откази на средствата за осигуряване на безопасността биха могли да доведат до авария.

6.7. По този начин „базовото ниво на оценката“ се определя, като се вземат предвид максималните възможни последствия, а също така броят и ефективността на наличните средства за осигуряване на безопасността.

6.8. За да се вземат предвид някакви основни „допълнителни фактори“, следва да се разгледа също възможното повишаване на „базовото ниво на оценката“. Това повишаване на нивото позволява да се отчитат онези аспекти на събитието, които могат да показват по-сериозно влошаване на състоянието на съоръжението или на организационните условия на съоръжението. Към разглежданите фактори се отнасят откази по обща причина, процедурни несъответствия и недостатъци в културата на безопасност. Такива фактори не са включени в базовата оценка и могат да показват, че значимостта на събитието по отношение на защитата в дълбочина е по-висока от тази, разгледана в основния процес за определяне на базовото ниво на оценката. Съответно, за правилно информиране на обществеността за действителната значимост на събитието, се отчита повишаване на оценката с едно ниво.

6.9. Процедурата за оценка на събитията по скалата ИНЕС се състои от следните етапи:

- (1) Определя се горното пределно ниво на оценката по защитата в дълбочина, като се вземат предвид максималните възможни радиологични последствия (т.е. максимално възможна оценка за съответния вид практическа дейност в това съоръжение въз основа на критериите, изложени в раздели 3 и 4). Допълнителни указания за определяне на максимално възможните последствия са дадени в т.т. 6.11÷6.13.
- (2) След това се определя „базовото ниво на оценка“, като се вземе предвид броят и ефективността на наличните средства за осигуряване на безопасността (инженерно-технически системи и административни средства). При определянето на броя и ефективността на такива средства е важно да се вземе предвид наличното време, а също така времето, необходимо за определяне и прилагане на подходящи коригиращи действия. Допълнителна информация за оценката на средствата за осигуряване на безопасността е изложена в т.т. 6.11÷6.13.
- (3) Определя се окончателната оценка с отчитане на възможността за повишаване на базовата оценка поради допълнителните фактори, както е обяснено в т.т. 6.14÷6.25. Окончателната оценка обаче все още трябва да остане в рамките на горното пределно ниво на оценката по защитата в дълбочина, определено съгласно точка 1.

6.10. Освен задълбочено разглеждане на събитието във връзка със състоянието на защитата в дълбочина, всяко събитие трябва да се разглежда и спрямо критериите, изложени в раздели 2 и 3.

ПОДРОБНИ УКАЗАНИЯ ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА

Определяне на максимално възможните последствия

6.11. Както е посочено по-горе, количеството на радиоактивния материали и времевите рамки на събитията в съоръженията, обхванати от скалата ИНЕС, варират в широк



диапазон. В процеса на оценката са предвидени три категории максимално възможни последствия: нива $5 \div 7$, нива $3 \div 4$ и нива $1 \div 2$.

6.12. При оценка на нивото на събитието по максимално възможни последствия с използването на скалата ИНЕС следва да се вземат предвид следните общи принципи:

- на една площадка могат да бъдат разположени няколко различни съоръжения, като всяко от тях изпълнява своя кръг от задачи. Поради това максималната възможна оценка трябва да бъде специфична за този тип съоръжение, в което се е случило събитието, и за този тип операции, които са се извършвали по време на събитието. При това максимално възможните последствия не са специфични за даденото събитие, а се отнасят до набора от операции, които се изпълняват в съоръжението;
- необходимо е да се вземе предвид не само наличното количество на радиоактивния материал, което потенциално би могло да участва в събитието, но също така и физическите и химическите свойства на участващия материал и механизмите на възможното разпръскване (диспергиране) и разпространение на радиоактивността;
- не трябва да се фокусира вниманието само върху сценариите, разгледани в обосновката на безопасността на съоръжението, а следва да се отчитат физически възможните аварии в случаите, когато са се оказали недостатъчни всички средствата за осигуряване на безопасността, засегнати от събитието.
- когато се разглеждат последствията, свързани с облъчване на персонала, максимално възможните последствия обикновено следва да се основават на дозата на облъчване на едно лице, тъй като е малко вероятно няколко работника едновременно да получат доза на облъчване на максимално вероятно ниво.

6.13. Тези принципи могат да бъдат илюстрирани със следните примери:

- (1) За събития, свързани с блокировки на входа на радиационно-опасно помещение (бокс, камера), максимално възможните последствия вероятно ще бъдат свързани с непланирано облъчване на персонала. Ако нивата на радиация са достатъчно високи, за да предизвикат детерминистични ефекти или смърт на работника, който е влязъл в помещението, и не се предприемат мерки за смекчаване на последствията, тогава оценката на максимално възможните последствия ще бъде ниво 3 или 4 (с отчитане на критериите, за дозите, получавани от отделни лица, изложени в т.т. 2.19÷2.30).
- (2) За събития на малки изследователски реактори (с топлинна мощност от около 1 MW или по-малко), въпреки че съществуват физически механизми за разпръскване на значителна част от материала на активната зона (поради аварийна критичност или загуба на охлаждане на горивото), общото количество на радиоактивността е такова, че оценката на максимално възможните последствия не може да бъде по-висока от ниво 4, даже при отказ на всички средства за осигуряване на безопасността.
- (3) При събития на енергийни реактори в студено състояние общото количество радиоактивност и възможните физически механизми за разпространение на значителна част от нея (поради загуба на охлаждане на горивото или аварийна критичност) са такива, че оценката на максимално възможните последствия може да бъде по-висока от ниво 4 в случай на отказ на всички средства за осигуряване на безопасността.
- (4) На съоръжения за преработване на отработено гориво и други съоръжения, преработващи плутониеви съединения, общото количество радиоактивност и



възможните физически механизми за разпространение на значителна част от нея (поради аварийна критичност, химически експлозии или пожари) са такива, че оценката на максимално възможните последствия може да бъде по-висока от ниво 4 в случай на отказ на всички средства за осигуряване на безопасността.

- (5) На съоръжения за производство на ураново гориво и обогатяване на уран изхвърлянията могат да засягат химическата и радиационната безопасност. Трябва да се подчертае, че в този случай химическият риск, причинен от токсичността на флуора и урана, преобладава над радиологичния риск. Обаче оценката по скалата ИНЕС е свързана само с оценката на радиологичната опасност. По този начин изхвърлянето на уран или неговите съединения едва ли може да предизвика тежки последствия, превишаващи ниво 4.
- (6) В случай на ускорители максимално възможните последствия вероятно ще бъдат свързани с непланирано облъчване на отделни лица. Ако нивата на радиация са достатъчно високи, за да предизвикат детерминистични ефекти или смърт в случай на влизане в зона с ограничен достъп, тогава оценката на максимално възможните последствия ще бъде ниво 3 или 4 (с отчитане на критериите за дозите, получавани от отделни лица, изложени в т.т. 2.19÷2.30).
- (7) В случай на облъчвателни устройства повечето събития ще бъдат свързани с непланирани дози на облъчване. Ако нивата на радиация в случай на отказ на всички защитни средства са достатъчно високи, за да причинят детерминистични ефекти или смърт, тогава оценката на максимално възможните последствия е ниво 3 или 4 (с отчитане на критериите за дозите, получавани от отделни лица, изложени в т.т. 2.19÷2.30). За събития в съоръжения с източници от категория 1, които имат системи за безопасност, предназначени да предотвратят разпръскването на радиоактивен материал (например противопожарни системи), възможното изхвърляне може да е достатъчно голямо, за да даде максимално възможни последствия, оценявани на ниво 5.

Определяне на броя на нивата на защита

Определяне на нивата на защита

6.14. Има широк спектър от средства за осигуряване на безопасността, използвани в различните съоръжения, обхванати от този раздел. Някои от тях могат да бъдат постоянни физически бариери, други могат да бъдат основани на прилагането на блокировки, трети могат да бъдат активни инженерно - технически системи като системи за охлаждане или впръскване, и да се базират на мерки за административен контрол или действия на оперативния персонал в отговор на предупредителни сигнали. Методологията за оценка на събития, включващи толкова широк набор от средства за осигуряване на безопасността, е да се групират средствата за осигуряване на безопасността в отделни и независими нива на защита. По този начин, ако два отделни сигнала постъпват в едно устройство за блокировка, то сигналите и блокировката заедно представляват едно ниво на защита. От друга страна, ако охлаждането се осигурява от две напълно отделни помпи (всяка с 100% производителност), то те трябва да се разглежда като две отделни нива на защита, с изключение на случаите, когато те имат обща резервирана осигуряваща система.

6.15. Когато се разглежда броят на нивата на защита, е необходимо да се гарантира, че ефективността на редица отделни инженерно-технически (хардуерни) нива на защита не се намалява от обща осигуряваща система или от общо действие на оперативния персонал в отговор на предупредителни сигнализации или индикации. В такива случаи може да се окаже ефективно само едно от няколко хардуерни нива на защита.



6.16. Когато се разглеждат мерките за административен контрол в качеството на нива на защита, е важно да се провери до каква степен отделните експлоатационни процедури (инструкции) могат да се считат за независими и да се провери дали процедурата е достатъчно надеждна, за да се разглежда като ниво на защита. Счита се, че наличното време оказва значително влияние върху надеждността, която може да се изиска от експлоатационните процедури.

6.17. Нивата на защита могат да включват процедури за наблюдение и контрол, въпреки че трябва да се отбележи, че самият контрол не осигурява ниво на защита. Изискват се също и средствата за изпълнение на коригиращи мерки.

6.18. Трудно е да се дадат по-подробни указания и неизбежно тук трябва да се използва експертна преценка. По принцип се очаква нивото на защита да има интензивност на откази приблизително 10^{-2} на изискване за задействане. За да помогне при определяне на броя на независимите нива на защита, в приведения по-долу списък са дадени някои примери за нива на защита, които могат да бъдат на разположение в зависимост от обстоятелствата на събитието и обосновката на проекта и експлоатационната безопасност на съоръжението:

- електронни индивидуални дозиметри със сигнализация - при условие, че персоналът е обучен за тяхното използване, че дозиметърът е надежден и че персоналът може и ще реагира адекватно и достатъчно бързо в съответните случаи;
- инсталирани са стационарни детектори за радиация и/или аерозолна активност и сигнални устройства - при условие, че те могат да бъдат доказани като надеждни и че персоналът може и ще реагира адекватно и достатъчно бързо в съответните случаи;
- присъства специалист по радиационна защита за откриване и предупреждаване за необичайни нива на радиация или разпространение на радиоактивно замърсяване;
- средства за откриване на течове, действащи като системи за локализация, които насочват протечките към отстойник, оборудван със съответните прибори за измерване на нивото и/или сигнализация;
- наблюдение и контрол, осъществявани от експлоатационен персонал, за да се осигури увереност в безопасното състояние на съоръжението при условие, че периодичността на провеждане на контрола е достатъчна за откриване на недостатъци в работата и че необходимите коригиращи мерки ще бъдат надеждно изпълнени;
- вентилационни системи, които осигуряват безопасно и контролирано преминаване на аерозолната активност през съоръжението;
- защитни врати и блокиращи системи за вход;
- естествена вентилация, „ефект на комина“ или пасивно охлаждане/вентилация;
- процедури, инструкции или регламенти, които са разработени за смекчаване на последствията;
- осигуряване на система, която се отличава с разнообразие, при условие, че няма общи елементи в осигуряващите или управляващите системи;
- осигуряване на резервиране, при условие че няма нерезервирана осигуряваща система;
- инертни газови системи като средство за смекчаване на последствията от отделянето на водород в някои съоръжения за съхранение на радиоактивни отпадъци.



Задържане (локализация) на радиоактивния материал в определените граници

6.19. В някои ситуации локализацията само по себе си ще осигури едно или повече нива на защита, но трябва да се използва внимателно. Както е пояснено в т.т. 6.11÷6.13, процесът на оценяване изисква максимално възможните последствия да се оценяват с включване в една от трите категории: нива 5-7, нива 3-4 и нива 1-2.

6.20. Ако след отказ на другите средства за осигуряване на безопасността успешното функциониране на системата за локализация снижава максимално възможните последствия до по-ниска категория, то тя следва да се разглежда като ниво на защита. От друга страна, ако ефектът от локализацията не е достатъчен, за да промени категорията на максимално възможните последствия, тогава тази система не следва да се счита за допълнително ниво на защита. Например, малък изследователски реактор би имал максимално възможни последствия, които съответстват на ниво 4, с отчитане на възможното стопяване на гориво и максималното изхвърляне. Успешната експлоатация на какъвто и да е система за локализация не би намалила категорията на максимално възможните последствия, тъй като стопяването на гориво вече е ниво 4. Затова системата за локализация не би могла да се разглежда като допълнително ниво на защита.

Високо-интегрални нива на защита

6.21. В някои ситуации може да бъде налично високо - интегрално ниво на защита (например: корпуса на реактор под налягане или средство за осигуряване на безопасността, основано на доказани и естествени пасивно протичащи физически явления, като конвективно охлаждане). В такива случаи, тъй като е доказано, че нивото на защита е с изключително висока конструкционна цялост (интегралност) или надеждност, очевидно би било неподходящо да се третира такова ниво на защита по същия начин като другите нива на защита.

6.22. Високо-интегралното ниво на защита трябва да има следните характеристики:

- нивото на защита е проектирано да се справи с всички проектни недостатъци и е изрично или неявно отбелязано в обосновката на безопасността на съоръжението като изискващо особено висока надеждност или цялост (интегралност);
- целостта (интегралността) на нивото на защита се осигурява чрез подходящ контрол или проверки, позволяващи да се установи всяко влошаване на целостта;
- ако се открие някакво влошаване на състоянието на нивото на защита, има определени средства за справяне със събитието и за прилагане на коригиращи мерки - или по предварително определени процедури, или благодарение на дълготривото време, което е на разположение за отстраняване или смекчаване на последствията от нарушението.

6.23. Пример за високо-интегрално ниво на защита може да бъде корпуса на реактора или шахтата на хранилището. Административните мерки обикновено не отговарят на изискванията за високо-интегрално ниво на защита, въпреки че някои експлоатационни процедури също могат да се разглеждат като високо-интегрални нива на защита, ако има много дълъг период от време на разположение за изпълнение на необходимите мерки и коригиране на възможните грешки на операторите, и ако има също широк кръг от възможни действия.

Време, което е на разположение

6.24. В някои ситуации наличното време за предприемане на коригиращи мерки може да бъде значително по-голямо от времето, необходимо за тяхното прилагане, и поради това



може да позволи да бъдат приведени в готовност (работоспособно състояние) допълнителни нива на защита. Тези допълнителни нива на защита могат да бъдат взети под внимание, ако съществуват процедури за изпълнение на необходимите мерки. Когато няколко такива нива на защита се привеждат в работоспособно състояние чрез действия на операторите в отговор на сигнали или показания на приборите, е необходимо да се разгледа надеждността на самата процедура. Счита се, че времето, което е на разположение за прилагане на процедурата може да окаже значително влияние на надеждността, която се изиска от експлоатационните процедури.

6.25. В някои случаи времето, което е на разположение, може да бъде такова, че в готовност да има редица потенциални нива на защита, и в обосновката на безопасността не е счтено за необходимо да се определи подробно всяко от тях или да се включи в процедурата подробно описание на способите за привеждане им в готовност. В такива случаи (при условие че има редица практически осъществими мерки) това дълго време, което е на разположение, осигурява много надеждно ниво на защита.

Оценка на базовото ниво на събитието

Процес на оценката

6.26. След определяне на максимално възможните последствия и броя на ефективните нива на защита, базовото ниво на събитието се определя по следния начин:

- (1) В анализа на безопасността на съоръжението е посочен широк спектър от събития, които са отчетени в проекта. Някои от тези събития може обосновано да се отнесат към категорията „очаквани“ в течение на срока на експлоатация на съоръжението (т.е. те ще имат честота, по-голяма от $1/N$ годишно, където N е срокът на експлоатация). Ако събитието, което е предизвикало задействане на средствата за осигуряване на безопасността, е било такова „очаквано“ събитие и системите за безопасност, предвидени за справяне с това събитие, са били напълно работоспособни преди събитието и са функционирали правилно, тогава базовото ниво на събитието трябва да бъде оценката „събитие под скалата/ниво 0“.
- (2) По същия начин, ако не е възникнала действителна необходимост от действие на средствата за осигуряване на безопасността, но е установено влошаване на тяхното състояние, то базовото ниво на събитието следва да бъде „събитие под скалата/ниво 0“, ако влошената работоспособност на средствата за осигуряване на безопасността все още е в разрешените граници.
- (3) За всички други ситуации следва да се използва Таблица 11 за определяне на базовото ниво на събитието.
 - а) Ако остане само едно ниво на защита, но това ниво отговаря на всички изисквания за високо-интегрално ниво на защита (т.т. 6.21÷6.23), или дългият период от време, което е на разположение, осигурява високо-надеждно ниво на защита (т.т. 6.24÷6.25), тогава ще бъде по-правилна оценката на базовото ниво на събитието „събитие под скалата/ниво 0“¹⁸.
 - б) Ако периодът на неготовност на нивото на защита е бил много кратък в сравнение с интервала между изпитванията на елементите на нивото на защита (например няколко часа за елемент с ежемесечен период на изпитване), тогава следва да се разгледа намаляване на базовото ниво на събитието.

6.27. Този подход неизбежно изисква определена експертна оценка, поради което в т.т. 6.49÷6.89 са дадени указания за събития от конкретен тип.



Таблица 11. Оценка на събитията с използване на метода на нивата на защита

Брой на запазените нива на защита	Максимално възможни последствия ^a		
	(1)	(2)	(3)
	Нива 5, 6, 7	Нива 3, 4	Нива 2 или 1
А Повече от 3	0	0	0
Б 3	1	0	0
В 2	2	1	0
Г 1 или 0	3	2	1

^a Тези оценки не могат да бъдат повишени поради отчитане на допълнителни фактори, тъй като те вече представляват горната граница на защитата в дълбочина.

Потенциални събития (включително структурни дефекти)

6.28. Някои събития сами по себе си не намаляват броя на нивата на защита, но увеличават вероятността за такова намаляване. Примери за това са откриване на структурни дефекти, или изтичане, прекратено поради действие на оператора, или неизправности, открити в системите за управление на процесите. Подходът за оценка на такива събития е следният. Първо, значимостта на потенциалното събитие следва да се оцени, като се приеме, че то действително се е случило, и се приложат указанията, посочени в т.т. 6.26÷6.27, с отчитане на броя на нивата на защита, които са останали. Второ, оценката следва да бъде намален в зависимост от вероятността потенциалното събитие да е възникнало от събитие, което действително се е случило. Нивото, до което оценката на събитието следва да бъде намалена, трябва да се основава на експертна преценка.

6.29. Един от най-разпространените примери за потенциални събития - това е откриването на структурни дефекти. За откриването на структурни дефекти преди размерът им да стане неприемлив, се използва програма за контрол. Ако дефектът е в допустимите рамки, тогава се прилага оценка „събитие под скалата/ниво 0“.

6.30. Ако дефектът е по-голям от очаквания в програмата за контрол, то при оценката на такова събитие трябва да се отчитат два фактора. Първо, оценката на потенциалното събитие трябва да се определи, като се приеме, че дефектът е довел до отказ на елемента, и да се приложат указанията на т.т. 6.26÷6.27. След това оценката на потенциалното събитие, получена по този начин, трябва да се коригира в зависимост от вероятността дефектът да е довел до потенциалното събитие, и с отчитане на допълнителните фактори, разгледани в т.т. 6.32÷6.35.

Събития под скалата/ниво 0

6.31. По принцип събитията трябва да бъдат оценявани като „събитие под скалата/ниво 0“ само ако прилагането на процедурите, описани по-горе, не води до висока оценка. Обаче ако нито един от допълнителните фактори, разгледани в т.т. 6.32÷6.35 не е приложим, тогава следните типове събития обикновено се оценяват като „събитие под скалата/ниво 0“:

¹⁸ Ако работоспособността на нивата на защита е била извън разрешените предели, то съгласно указанията на т.т. 6.39÷6.40 оценката може да бъде повишена до ниво 1.



- лъжливо задействане¹⁹ на системите за безопасност, последвано от нормално връщане към работно състояние, без да се засяга безопасността на съоръжението;
- няма значително влошаване на състоянието на физическите бариери (скоростта на теча е по-малка от разрешената);
- единични откази или неработоспособност на елементи в резервирана система, открити по време на планови периодични инспекции или изпитване.

Разглеждане на допълнителните фактори

6.32. Конкретни фактори могат едновременно да въздействат на разни нива на защита на защитата в дълбочина, и следователно трябва да се разглеждат като допълнителни фактори, които могат да служат като основание за повишаване на оценката на събитието на една степен над базовата оценка, получена съгласно предходните указания.

6.33. Към такива основни допълнителни фактори се отнасят:

- откази по обща причина;
- несъответствия на процедурите (регламентите, инструкциите);
- недостатъци в културата на безопасност.

6.34. Поради такава корекция е възможно дадено събитие да бъде оценено на ниво 1, въпреки че без отчитане на тези допълнителни фактори само по себе си събитието няма значение за безопасността.

6.35. Когато се разглежда повишаването на базовата оценка поради тези фактори, се вземат предвид следните аспекти:

- (1) С отчитане на всички допълнителни фактори оценката на дадено събитие може да бъде повишена само с едно ниво.
- (2) Някои от горните фактори може вече да са били включени в базовата оценка (например отказ по обща причина). Поради това е важно да се внимава такива откази да не се отчитат двойно.
- (3) Събитието не трябва да се оценява над горната граница, получена в съответствие с указанията на т.т. 6.11÷6.13, и тази горна граница трябва да се прилага само в тези случаи, когато ако се случи още едно събитие (очаквано събитие в рамките на жизнения цикъл на съоръжението или отказ на друг елемент), би настъпила авария.

Откази по обща причина

6.36. Отказът по обща причина може да причини отказ на резервирани елементи или системи, предназначени да изпълняват една и съща функция на безопасност. Това може да означава, че надеждността на цялата функция на безопасност може да бъде много по-ниска от очакваната. Затова събитие, засягащо елемент, който предопределя потенциален отказ по обща причина, засягащ други подобни елементи, е по-сериозно от събитие, което е свързано със случаен отказ на елемент.

¹⁹ Лъжливо задействане в дадения контекст се счита задействането на системата за безопасност в резултат на отказ на системата за управление, отклонение в показанията на приборите или индивидуална човешка грешка. Обаче задействането на системата за безопасност, инициирано от промени във физическите параметри, причинени от неволни действия на друго място в съоръжението, не би се считало за фалшиво задействане на системата за безопасност.



6.37. Събития, при които има затруднения при експлоатацията на някои системи, причинени от отсъстваща или подвеждаща информация, също могат да се разглеждат от гледна точка на повишаване на оценката вследствие на отказ по обща причина.

Несъответствия на процедурите

6.38. Няколко нива на защита на защитата в дълбочина могат да бъдат подложени на едновременното въздействие поради прилагане на неадекватни процедури. Затова такива несъответствия в процедурите също са възможна причина за повишаване на базовата оценка на събитието.

Събития с последствия, свързани с културата на безопасност

6.39. Добрата култура на безопасност помага да се предотвратят инциденти, а от друга страна, нейната липса или недостатъчност могат да доведат до това експлоатационният персонал да работи по начин, който не е предвиден в проекта. Затова културата на безопасност трябва да се разглежда като съставна част на защитата в дълбочина, и следователно недостатъците в културата на безопасност могат да оправдаят повишаването на оценката на дадено събитие с едно ниво.

6.40. За повишаване на оценката вследствие на недостатъчна културата на безопасност, събитието трябва да се разглежда като реален показател за недостатъци в културата на безопасност.

Нарушаване на разрешените предели

6.41. Един от най-лесно определяемите показатели за недостатъци в културата на безопасност е нарушението на разрешените предели, които също се наричат „експлоатационни предели и условия“ (ЕПУ).

6.42. В много съоръжения разрешените предели регламентират минималната работоспособност на системите за безопасност, при която експлоатацията съответства на изискванията за осигуряване на безопасността на съоръжението. Те могат също така да включват експлоатация на съоръжението с намалена готовност на системите за безопасност в течение на ограничен период от време. В някои съоръжения технологичните регламенти включват разрешени предели и освен това, в случай че изискванията не са изпълнени, в тях се регламентират необходимите действия с указания за допустимото време за възстановяване, както и съответното състояние след възстановяването.

6.43. Ако експлоатационният персонал остава повече от разрешеното време в състояние на намалена готовност, или ако предприеме умишлено действие, което води до това, че експлоатационната готовност на съоръжението е с нарушение на разрешените предели, в оценката следва да се отчете увеличаване на базовото ниво на събитието поради недостатъци в културата на безопасност.

6.44. Ако се установи, че готовността на системата е по-малка от допустимата от разрешените предели (например след регламентно изпитване), но експлоатационният персонал незабавно предприема съответните действия за връщане на съоръжението в безопасно състояние в съответствие с технологичния регламент, събитието трябва да се оценява, както е посочено в т.т. 6.26÷6.27, но при това оценката не трябва да се увеличава, тъй като са спазени изискванията на технологичния регламент.

6.45. В допълнение към действащите разрешени предели, в технологичния регламент могат да бъдат въведени допълнителни изисквания, като предели, които се отнасят до дългосрочната надеждност на елементите. За събития, при които такива предели се надвишават за кратък период от време, по-правилна ще бъде оценката „събитие под скалата/ниво 0“.



6.46. За реактори в студено състояние, технологичните регламенти също определят минималните изисквания за готовност, но като правило не регламентират времето за възстановяване или състоянието след възстановяване, тъй като не е възможно да се определи по-безопасно състояние. Изискването е да се възстанови първоначалното състояние на съоръжението възможно най-скоро. Намалването на експлоатационната готовност на съоръжението под изисквания от технологичния регламент предел не следва да се разглежда като нарушение на разрешените предели, ако не се превишават пределните срокове.

Други недостатъци в културата на безопасност

6.47. Други примери за показатели на недостатъци в културата на безопасност могат да бъдат:

- нарушение на процедура (инструкция) без предварително разрешение;
- недостатъци в процеса на осигуряване на качеството;
- натрупване на човешки грешки;
- облъчване на лице от населението в резултат на единично събитие, което облъчване превишава установените предели за годишна доза;
- сумарно облъчване на персонала или на лица от населението, превишаващо установените предели за годишна доза;
- неспазване на правилен контрол върху радиоактивни материали, включително изхвърляния в околната среда, разпространение на радиоактивно замърсяване или нарушения в системите за дозиметричен контрол;
- повторението на събитие, показващо че операторът не е положил необходимите усилия, за да гарантира, че са извлечени съответните уроци или че са предприети коригиращи мерки след първото подобно събитие.

6.48. Важно е да се отбележи, че целта на настоящия раздел не е да се инициира дълга и подробна оценка, а да се прецени дали има необходимост от експертна преценка, която може да бъде оперативно направена от лицата, оценяващи събитието. Често е трудно веднага след събитието да се определи необходимостта от повишаване на оценката поради недостатъчна култура на безопасност. В този случай следва да се дава предварителна оценка въз основа на това, което е известно към момента, а окончателната оценка може да вземе предвид допълнителната информация, свързана с културата на безопасност, която ще бъде получена в резултат на подробен анализ на събитието.

ПРИЛАГАНЕ НА МЕТОДА НА НИВАТА НА ЗАЩИТА ПРИ СЪБИТИЯ ОТ КОНКРЕТЕН ТИП

Събития с откази в системите за охлаждане при спрян реактор

6.49. Повечето системи за безопасност на реактора са проектирани за справяне с изходни събития, възникващи по време на работа на мощност. Събитията в „горещо“ спряно състояние или пускане в експлоатация са доста сходни със събитията при работа на мощност и следва да бъдат оценявани както е посочено в Раздел 6. След спиране на реактора някои от тези системи за безопасност все още са необходими за осигуряване изпълнението на функциите на безопасност, но обикновено в този случай е на разположение повече време. От друга страна, това време, което е на разположение за „ръчни“ действия, може да замести част от мерките за безопасност, такива като резервиране или разнообразие (т.е. в зависимост от състоянието на съоръжението може да бъде приемлива по-малка степен на резервиране на оборудването и/или физическите бариери по време на някои периоди на спрян реактор в „студено“ състояние). При такива условия на спиране, конфигурациите на бариерите понякога се отличават съществено



(например, отворен контур на топлоносителя на реактора или отворена херметична конструкция). Поради тези причини при реактори в спряно състояние се прилага друг подход за оценка на събитията (т.е. подходът на нивата на защита).

6.50. Основните фактори, влияещи на оценката, са броят на предвидените канали за охлаждане, времето за прилагане на коригиращи мерки и целостта на всяка тръбопроводна система за охлаждане на корпуса на реактора.

Събития с откази в системите за охлаждане на басейна за съхранение на отработеното гориво

6.51. След няколко години експлоатация на ядрено съоръжение радиоактивното съдържание в басейна за съхранение на отработеното гориво може да е голям. В този случай оценката на събитията, засягащи този басейн по отношение на въздействието върху защитата в дълбочина, може да обхване целия диапазон от 0 до ниво 3.

6.52. Поради големия обем на водата и сравнително малката интензивност на остатъчното топлоотделяне, обикновено има достатъчно време за предприемане на коригиращи мерки при събития, свързани с влошаване на охлаждането на басейна за съхранение на отработеното гориво. Това е вярно и при загуба на топлоносител в басейна за съхранение, тъй като изтичането от басейна е ограничено от неговата конструкция. Затова отказ за няколко часа на системата за охлаждане на басейна за съхранение на отработеното гориво или незначително изтичане на топлоносител обикновено не оказва негативно въздействие на отработеното гориво. Следователно незначителното влошаване на параметрите на системата за охлаждане на басейна за съхранение или малки течове обикновено следва да се оценяват като „събитие под скалата/ниво 0“.

6.53. Експлоатация с отклонение от експлоатационните предели и условия (ЕПУ), съществено повишаване на температурата или намаляване на нивото на топлоносителя в басейна за съхранение на отработеното гориво следва да се оценява като събитие на ниво 1.

6.54. Признак за ниво 2 може да бъде широко разпространено кипене на топлоносителя или горивни елементи (касети), които остават непокрити. Значителното оголване на горивен елемент (касета) ясно показва на ниво 3.

Контрол на критичността

6.55. Поведението на критична система и възможните радиационни последствия силно зависят от физическите условия и характеристиките на системата. В хомогенните разтвори на делящи се материали тези характеристики ограничават възможния брой на актовете на делене, нивото на енергоотделянето при режим на рязко увеличаване на критичността и потенциалните последствия от такива резки изменения. Както показва практическият опит с такива реактори, при рязко увеличаване на критичността обикновено общият брой на актовете на делене е от порядъка на $10^{17} \div 10^{18}$.

6.56. В хетерогенни критични системи като решетки на горивни елементи или сухи твърди критични системи, по-вероятни са високи пикове на мощността, водещи до взривно освобождаване на енергия и изхвърляне на големи количества радиоактивен материал поради значителни повреди на съоръжението. При такива съоръжения максимално възможните последствия могат да надхвърлят ниво 4.

6.57. За други съоръжения главната опасност при рязко увеличаване на критичността представляват силните полета на директно неутронно и гама -лъчение, които водят до облъчване на персонала. Друго последствие може да бъде изхвърляне в атмосферата на краткоживеещи радиоактивни продукти на делене и вероятно силно замърсяване в



съоръжението. За тези два сценария максимално възможните последствия биха били на ниво 3 или 4.

6.58. В съответствие с тези общи указания:

- незначителните отклонения от безопасния режим на критичност без нарушения на разрешените предели следва да бъдат оценени като „събитие под скалата/ниво 0“;
- режим с отклонение от разрешените предели следва да бъде оценен поне като събитие на ниво 1;
- събитие, при което увеличението на критичността би могло да възникне при още един отказ в средствата за осигуряване на безопасността или леко изменение на условията, следва да се оценява като събитие на ниво 2 за съоръжения с максимално възможни последствия на ниво 3 или 4. Ако максимално възможните последствия могат да достигнат ниво 5 или по-високо, то събитието трябва да бъде оценено на ниво 3.

6.59. Ако остане повече от едно ниво на защита, тогава би била подходяща оценка на събитието на по-ниско ниво, и за определяне на съответната оценка трябва да се използва Таблица 11.

Неразрешено изхвърляне или разпространение на радиоактивни материали

6.60. Всяко събитие, включващо пренос на радиоактивен материал и водещо до радиоактивно замърсяване над нормалното ниво за района, може да бъде оценено като събитие от ниво 1 с отчитане на недостатъците в културата на безопасност в съответствие с т. 6.47, шесто тире („неспазване на правилен контрол върху радиоактивни материали“). Замърсяване, надвишаващо разрешенния предел за тази зона, следва да се оценява на ниво 1. По-съществените нарушения на мерките за осигуряване на безопасността следва да се оценяват с отчитане на максимално възможните последствия, ако всички средства за осигуряване на безопасността откажат, но броят на оставащите нива на защита се запази.

6.61. Нарушения на разрешенията за изхвърляне на радиоактивни вещества следва да се оценяват най-малко като събитие на ниво 1.

Дозиметричен контрол

6.62. Понякога могат да възникнат ситуации, когато процедурите за радиационен контрол и административните мерки са недостатъчни и служителите получават непланирани дози на облъчване (вътрешно и външно). Такива събития могат да бъдат оценени като събития от ниво 1 в съответствие с т. 6.47, шесто тире („неспазване на правилен контрол върху радиоактивни материали“). Ако в резултат на събитието сумарната доза надвишава разрешените предели, тогава събитието трябва да бъде оценено поне на ниво 1 като нарушение на разрешените предели.

6.63. По принцип указанията, изложени в т.т. 6.32÷6.40, не следва да се използват за повишаване на оценката на събитията, свързани с нарушения на дозиметричния контрол, над базовото ниво 1. В противен случай събитията, при които облъчването е било предотвратено, ще бъдат оценени на същото ниво като тези, при които действително е имало значителни дози на облъчване над разрешените предели. Заедно с това, правилна ще бъде оценката по въздействие върху защитата в дълбочина на ниво 2, ако остава едно ниво на защита или не се запазва нито едно ниво на защита, и максимално възможните последствия се оценяват на ниво 3 или 4 в случай на отказ на всички средства за осигуряване на безопасността.



Блокировки на вратите на помещения с ограничен достъп

6.64. За да се предотврати неразрешен достъп в нормално затворени защитени помещения, обикновено се използват радиационно активиращи се блокиращи системи на входните врати, процедури за разрешаване на достъп и контрол на мощността на дозата преди влизане в помещението.

6.65. Отказ на защитната блокировка на такива врати може да бъде предизвикан от загуба на електрическо захранване и/или дефекти в датчика (датчиците) или свързаното електронно оборудване, или от човешка грешка.

6.66. Доколкото максимално възможните последствия за такива събития са ограничени до ниво 4, събитията, при които още един отказ в средствата за осигуряване на безопасност би могъл да доведе до авария следва да се оценяват на ниво 2. Събития, при които се случва отказ на някои средства за осигуряване на безопасността, но се запазват допълнителни нива на защита, включително административните процедури за достъп, обикновено следва се оценяват на ниво 1.

Откази на системите за изтегляща вентилация, филтриране и почистване

6.67. В съоръженията, работещи със значителни количества радиоактивен материал, може да има до три отделни, но взаимосвързани системи за изтегляща вентилация. Те поддържат градиент на налягане между различните помещения, клетки или кутии за ръкавици и зоните за тяхното обслужване, както и достатъчен разход през отворите в ограждащите стени на работната зона на клетката, за да се предотврати обратна дифузия на радиоактивен материал. Допълнително се използват системи за почистване, като високоефективни сухи въздушни филтри (HEPA) или скрубери, за да се намалят изхвърлянията в атмосферата до предварително определени предели и да се предотврати обратната дифузия в зони с по-малка радиоактивност.

6.68. При оценка на събития, свързани с излизане от строя на такива системи, първият етап се състои в определянето на максимално възможните последствия при отказ на всички средства за осигуряване на безопасността. В този случай следва да разглежда наличното количество материал и възможните начини за неговото разпространение както вътре, така и извън съоръжението. Необходимо е също така да се оценява вероятността за намаляване на концентрацията на инертните газове или образуване на взривоопасни смеси. В повечето случаи, освен ако не е възможна експлозия, е малко вероятно максимално възможните последствия да надхвърлят ниво 4, така че максималната оценка по защитата в дълбочина ще бъде ниво 2.

6.69. На втория етап се определя броя на останалите нива на защита, включително процедури за предотвратяване на по-нататъшното отделяне на активност при прекратяване на работата.

Събития при товарни операции и падане на тежки товари

Събития, които не включват горивни касети

6.70. Последствията на събития при товарни операции или откази на подемно-транспортно оборудване зависят от засегнатия материал, от мястото, където се е случило събитието, и оборудването, което е било или би могло да бъде засегнато.

6.71. Събитията, при които изпуснатия товар заплашва с разсипване или разливане на радиоактивен материал (или от самия изпуснат товар, или от повредени тръбопроводи или съдове), следва да се оценяват с отчитане на максимално възможните последствия и вероятността такова разсипване или разливане на материала да е настъпило. Събития, при които изпуснат товар причинява само ограничени щети, но може с относително висока



вероятност да причини по-сериозни последствия, се оценяват на максимално ниво по състоянието на защита в дълбочина с отчитане на максимално възможните последствия. По същия начин, на максимално ниво следва да се оценяват събития, при които остава само едно ниво на защита, което предотвратява повреждането, освен ако това ниво на защита се счита за особено високо-надеждно или високо-интегрално.

6.72. Събитията, при които указаната по-горе вероятност е по-малка или има допълнителни нива на защита, следва да се оценяват в съответствие с указанията на т.т. 6.11÷6.48. Незначителните събития при товарни операции, които могат да се очакват през целия жизнен цикъл на съоръжението, се оценяват като „събития под скалата/ниво 0“.

Събития при манипулации с гориво

6.73. Събитията при манипулации с необлъчени уранови горивни елементи (свежо гориво), които са без съществени последици за боравенето с облъчено гориво, обикновено се оценяват като „събития под скалата/ниво 0“, ако не е имало риск от повреждане на отработените горивни елементи или на оборудване, свързано с безопасността.

6.74. За облъченото (отработеното) гориво, количеството радиоактивни продукти в отделен горивен топлоотделящ елемент (ТОЕ) е много по-ниско, отколкото в целия басейн за съхранения на отработеното гориво или в активната зона на реактора, и следователно максимално възможните последствия са по-малки.

6.75. Охлаждането на отработения горивен елемент осигурява важно ниво на защита, тъй като целостта на горивната матрица няма да бъде нарушена от прегряване. Като правило, за прегряване на горивото е необходимо много дълго време. В зависимост от конфигурацията на съоръжението, защитната обвивка (херметичната конструкция на АЕЦ) също се явява ниво на защита в повечето случаи.

6.76. Очакваните събития през целия жизнен цикъл на съоръжението, които не оказват влияние върху охлаждането на отработения горивен елемент, ако при това изтичането на радиоактивност е незначително или въобще липсва, обикновено се оценяват като „събития под скалата/ниво 0“.

6.77. Оценка на ниво 1 следва да се разглежда в случаите на:

- събития, които не са очаквани през целия жизнен цикъл на съоръжението;
- събития, свързани с отклонение от разрешените предели;
- събития, свързани с ограничено влошаване на охлаждането, което не нарушава целостта на горивните топлоотделящи елементи;
- събития, свързани с механични нарушения на целостта на горивните елементи без влошаване на охлаждането.

6.78. Оценка на ниво 2 може да се счита за правилна за събития, при които се нарушава целостта на горивния елемент в резултат на значително нагряване.

Загуба на електрическо захранване

6.79. В много съоръжения често е необходимо да се предвиди гарантирано непрекъснато електрическо захранване, за да се осигури непрекъснатата безопасна експлоатация и да се поддържа готовност на контролно-измерителната апаратура. За предотвратяване на отказ по обща причина се използват няколко независими канала за електрозахранване и разнообразни източници на захранване. Въпреки че при пълна загуба на електрическо захранване повечето съоръжения трябва автоматично да се изключат до безопасно състояние, в някои съоръжения са предвидени допълнителни средства за осигуряване на безопасността, например използването на инертен газ или резервни електрогенератори.



6.80. За да се оценят събития, включващи загуба на външни източници на електрическо захранване или откази в системите за електрозахранване на площадката, е необходимо да се използват указанията, съдържащи се в т.т. 6.11÷6.48, като при това се отчита степента на работоспособност на запазените източници, времето, за което отказалите източници са били неработоспособни, и максимално възможните последици. Особено важно е да се отчита допустимото време за забавяне до възстановяване на електрическото захранване.

6.81. На някои съоръжения даже пълната загуба на електрическо захранване за няколко денонощия няма да има отрицателно влияние на безопасността, и такива събития в тези съоръжения следва да се оценяват като „събития под скалата/ниво 0“ или ниво 1, тъй като в този случай за възстановяване на електроснабдяването в рамките на наличното време има няколко възможности. Оценката на ниво 1 би била правилна, ако готовността на системите за безопасност е била извън разрешените предели.

6.82. Частична загуба на електрическо захранване или загуба на захранване от нормалната мрежа при налични работоспособни системи за резервно електрозахранване е *очаквано* събитие в течение на целия жизнен цикъл на съоръжението, и затова такова събитие следва да бъде оценено като „събитие под скалата/ниво 0“.

Пожари и взривове

6.83. Пожар или взрив в съоръжението или близо до него, който не може да влоши състоянието на каквито и да било средства за осигуряване на безопасността, не се оценява по скалата ИНЕС, или се оценява като „събитие под скалата/ниво 0“. Пожари, които са потушени от стационарните системи за защита, функциониращи в съответствие с проектните изисквания, следва да се оценява по същия начин.

6.84. Важността на пожарите и взривите за ядрената безопасност и радиационната защита на съоръженията зависи не само от засегнатите материали, но и от тяхното местоположение, както и от достъпа за предприемане на пожарогасителни операции. Оценката зависи от максимално възможните последици, както и от броя и ефективността на оставащите нива на защита, включително противопожарни бариери, системи за пожарогасене и физически разделените системи за безопасност. При оценка на ефективността на останалите нива на защита, следва да отчита вероятността тяхното състояние да е било влошено.

6.85. Всеки пожар или взрив, включващ ниско-активни отпадъци, следва да се оценява на ниво 1 поради недостатъци в процедурите или проблеми с културата на безопасност.

Външни опасности

6.86. Възникването на външни опасности, като външни пожари, наводнения, цунами, външни взривове, урагани, торнадо или земетресения, може да се оценяват по същия начин като други събития, като се вземе предвид ефективността на оставащите средства за осигуряване на безопасността.

6.87. При оценката на събития, които са свързани с откази в системи, специално предназначени за защита от такива опасности, следва да се оцени броят на нивата на защита с отчитане на вероятността от възникване на дадената опасност в периода на неготовност на системата. За повечето съоръжения, поради ниската очаквана честота на такива опасности, е малко вероятно подходящата оценка да бъде по-висока от ниво 1.

Откази в системите за охлаждане

6.88. Неизправностите в основните системи за охлаждане могат да бъдат оценени по подобен начин, както отказите в системите за електрозахранване, като се вземат предвид максимално възможните последици, броят на оставащите нива на защита и допустимото



време за забавяне преди възстановяване на необходимото охлаждане.

6.89. В случай на отказ в системите за охлаждане на хранилища за високо-активни течни отпадъци или плутоний, оценка на ниво 3 вероятно ще бъде подходяща за събития, при които само едно ниво на защита се запазва за значителен период от време.

7. ПРОЦЕДУРА ЗА ОЦЕНКА НА СЪБИТИЯТА ПО СКАЛАТА ИНЕС

7.1. На схемите, представени на Фигури 2÷8 на настоящото ръководство, е описана накратко процедурата за оценка по скалата ИНЕС на всякакви събития, свързани с източници на йонизиращи лъчения и с превоз, съхранение или използване на радиоактивни материали.

7.2. Схемите имат за цел да покажат логическата последователност на оценката на важността на всяко събитие от гледна точка на безопасността. Те дават обща представа за процедурата на тези, които за пръв път ще оценяват събития, а също могат да служат и като обобщение за тези, които са добре запознати с настоящото Ръководство. Където е необходимо в схемите са включени пояснителни бележки и таблици, но приведените схеми не трябва да се използват отделно от подробните указания, изложени в това Ръководство. Международната агенция по атомна енергия (МААЕ) също е разработила Интернет-пособие на основата на публикуваните схеми за обучение по прилагането на методологията за оценка на събитията по скалата ИНЕС [7].

7.3. В допълнение към схемите в ръководството са представени също две таблици с примери (Таблица 12 и Таблица 13), които илюстрират оценката на някои реални събития.