

ИДЕНТИФИЦИРАНЕ НА ОПАСНОСТИТЕ И ОЦЕНКА НА РИСКОВЕТЕ И ПРЕВАНТИВНИ МЕРКИ В СПЕЦИФИЧНИ ОБЕКТИ

HAZARDS IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT AND PREVENTIVE MEASURES AT SPECIFIC SITES

Stefan Parvanov

*Academy of the Ministry of Interior
sip_81@abv.bg*

Svilena Arabadzhieva

*Academy of the Ministry of Interior
ssarab@mail.bg*

Abstract

The present work proposes an integrated approach in identifying hazardous substances, materials and sections (modules) of the studied specific (potentially hazardous) site, having an impact on safety, identifying the sources of danger in this site, assessing the consequences of potential major accidents at the site, as well as determining and assessing the adequacy of preventive, control and risk mitigation measures. A concrete example of application of the approach is presented.

Keywords: hazardous substances, hazards, risk, accident measures.

ВЪВЕДЕНИЕ

Република България води политика, която е насочена към повишаване на усещането за сигурност сред гражданите чрез създаване на необходимите условия и предпоставки за гарантиране на националните интереси, ограничаване на въздействието от рисковете и заплахите и оптималното разпределяне на ресурсите. Тези рискове и заплахи по своята същност и форми на проява стават все повече асиметрични и оказват съществено влияние върху средата за сигурност в глобален и регионален мащаб [1].

За обезпечаване сигурността и обществения ред в Република България е необходим детайлен поглед върху всички източници на тези рискове и заплахи. Налага се необходимостта от задълбочено внимание върху всички източници на рискове и заплахи, които биха могли да причинят социални и икономически загуби в големи размери. По отношение на системата за сигурност и обществен ред такива източници могат да са специфични и значими (потенциално опасни) обекти в голям мащаб, при които изискващите се нормативно и предприетите мерки за ограничаването на наличния потенциал за възникване на кризисни събития, са недостатъчни за намаляване на риска в изискващата се степен. Посочените обстоятелства налагат задълбочено разглеждане на тези обекти.

Такива обекти могат да бъдат:

- тези, които поради своите функции, размери или обслужвана зона може, при повтарящи се отклонения от нормалната експлоатация или при увреждане или разрушаване, да причинят в големи размери увреждане на здравето на населението, смърт, материални щети или разстройване на жизненоважни социалноикономически дейности;

- обекти с национално значение, определен като такъв със закон или с акт на Министерския съвет. За такъв вид обекти се налагат специални регламенти [3];

- специални обекти, свързани с отбраната и сигурността на страната - имотите, свързани с класифицирана информация, представляваща държавна тайна, или със сигурността и отбраната на страната [3];

- критична инфраструктура – система или части от нея, които са от основно значение за поддържането на жизненоважни обществени функции, здравето, безопасността, сигурността, икономическото или социалното благосъстояние на населението и чието нарушаване или унищожаване би имало значителни негативни последици за Република България в резултат на невъзможността да се запазят тези функции [2];

- стратегически обекти, които са от значение за националната сигурност на Република България [4];

- предприятие с висок и нисък рисков потенциал [5]. В закона е заложено, че с цел предотвратяване на големи аварии с опасни вещества и ограничаване на последствията от тях за живота и здравето на хората и околната среда всеки оператор на ново или действащо предприятие, в което се употребяват и/или се съхраняват опасни вещества в количества над посочените в приложение към закона, е длъжен да подаде уведомление до министъра на околната среда и водите, както и да предприема всички необходими мерки за предотвратяване на големи аварии с опасни вещества и ограничаване на последствията от тях за живота и здравето на хората и за околната среда.

Фокусирайки се върху опасността, която могат да предизвикат, съгласно чл. 103 на [5] и Приложение 3 предприятията със значителни количества опасни вещества се класифицират като:

- предприятия с нисък рисков потенциал;
- предприятия с висок рисков потенциал.

Изграждането на такива предприятия се предхожда от издаване на разрешителни (съгл. чл. 104 от [5]), за което за предприятията с висок рисков потенциал се изготвя Доклад за безопасност.

ИДЕНТИФИЦИРАНЕ НА ОПАСНОСТИТЕ И ОЦЕНКА НА РИСКОВЕТЕ

Идентифициране на опасностите и оценка на рисковете от аварии в предприятието/съоръжението и съответните превантивни мерки:

1. Подробно описание на възможните сценарии за големи аварии и вероятността за възникването им и условията, при които те настъпват, в т.ч. резюме на събитията, които могат да изиграят ролята на първопричина за такива сценарии и описание на факторите във или извън предприятието, които могат да доведат до осъществяването на тези сценарии, което включва:

- 1.1. експлоатационни причини;

1.2. външни причини, като например свързани с „ефекти на доминото“, обекти, райони и строежи, които не попадат в обхвата на глава седма, раздел I на [5], но биха могли да бъдат източник или да увеличат риска или последствията от голяма авария;

1.3. естествени причини, например земетресения или наводнения.

2. Оценка на размера и тежестта на последствията от идентифицираните големи аварии, включително карти, изображения или еквивалентни описания, където е уместно, показващи зоните, които ще бъдат засегнати при такива аварии, възникнали в предприятието, при спазване на изискването за опазване поверителността на информацията по чл. 20, ал. 1, т. 1 и 2 и чл. 112, ал. 4 - 6 [5].

3. Оценка на минали аварии и инциденти, при които са използвани същите опасни вещества и процеси, отчитане на поуците от тях и изрично позоваване на конкретни мерки, предприети за предотвратяване на такива аварии.

4. Описание на техническите параметри и на оборудването, използвано за безопасната експлоатация на съоръженията.

Съгласно [6] при анализа и оценката на риска от големи аварии могат да бъдат използвани различни методи, като колкото по-големи са възможните щети, толкова по-детайлен и по-точен следва да бъдат анализа и метода за оценка на риска.

Анализът и оценката на риска следва да включва най-малко изпълнението на следните задачи:

- идентифициране на опасните вещества, материали и участъци (модули) от изследвания обект, имащи влияние върху безопасността;
- идентифициране на източниците на опасност;
- оценка на последиците от потенциалните големи аварии;
- определяне и оценка на адекватността на превантивните, контролните и смекчаващи риска мерки.

Методи за анализ и оценка на риска:

- качествени – основават се най-вече на проверка съответствието на обекта с нормативните изисквания за неговата сигурност и безопасност (без приети количествени показатели за нивото на риска);
- полуколичествени – точкови методи за анализ и оценка на риска;
- количествени (детерминистични, вероятностни и смесени).

Както е известно, детерминистичните методи се основават най-вече на моделирането на възникването и развитието на рисковото събитие и оценка на последиците от същото, а вероятностните - на вероятностният анализ на безопасността, оценката на честотата (вероятността) за настъпване на определено събитие и съпоставянето и с нормативно приета (препоръчана) стойност на същата.

В [7] са посочени следните методи за анализ и оценка на риска:

- мозъчна атака – добре приложим на етап идентификация на риска и неприложим за останалите етапи;
- структурирани и полуструктурирани интервюта – добре приложим на етап идентификация на риска и за оценка ефикасността на средствата за неговото управление;
- метод Делфи (консенсусно мнение на специалисти, определено чрез анонимно анкетиране) – добре приложим на всички етапи;
- списъци за проверка (списъци на опасностите, рисковете и грешките в управлението на риска, изготвени на базата на натрупания опит) – добре приложим на

етап идентификация на риска и за оценка ефикасността на средствата за неговото управление;

- анализ на токсичността (рисковете за околната среда) – добре приложим за анализ на опасността, източника на вреда и оценка на въздействието върху хората, животните, растенията и третиране на риска;
- структуриран метод «Какво ще стане ако..?» – опростен вариант на метода “изследване на опасностите и работоспособността – HAZOP”. Прилага се за анализ на риска в технологични системи, най-вече нови такива;
- анализ на сценариите – често използван метод за идентифициране на рисковете и оценка на последиците и вероятностите за всеки сценарий;
- анализ на въздействието върху дейността – анализира се как основните рискове от прекъсване могат да засегнат дейността на организацията. Използва се за определяне на критичността и времето за възстановяване на процесите и ресурсите (хора, оборудване, информационни технологии) и непрекъснатост на стойността;
- анализ на основните причини – анализират се основните причини свързани най-вече със значителни загуби. Използва се най-често за целите на разследването;
- анализ на видовете откази и на последиците от тях – идентифицират и анализират се потенциалните откази на елементите в дадена система, въздействието върху същата и способите за предотвратяване;
- анализ чрез дърво на отказите – идентифицират и анализират се фактори (откази), които могат да доведат до конкретно нежелано събитие (крайно събитие). Причинните фактори се определят по метода на дедукцията, организират се по логически начин и се представят графично в дървовидна схема, която изобразява причинните фактори и тяхната логична взаимовръзка с крайното събитие. Използва се за качествена и количествена оценка за оценяване вероятността от настъпване на крайното събитие.
- анализ чрез дървото на събитията – представлява графичен модел за представяне на взаимно изключващи се последователности от събития, следващи изходното събитие, в съответствие с функционирането или нефункционирането на различни системи, проектирани за намаляване на техните последици. Може да се използва и за качествена и за количествена оценка на риска, за моделиране на откази и изчисляване на различни сценарии;
- причинно-следствен анализ – този анализ съчетава анализа чрез дървото на отказите и анализа чрез дървото на събитията. Използва се за анализ на надеждността на сложни системи, критични по отношение на безопасността. Методът позволява да се анализират различни пътища, които дадена система може да поеме след критично събитие и в зависимост от поведението на конкретни подсистеми (например системата за реагиране при извънредни ситуации). Дава възможност да се определи вероятността на възможни последици от критичното събитие;
- анализ на причинно-следствените връзки – метода дава структурирано графично изображение на възможните причини за дадено нежелано събитие или проблем, което е в основата на анализирането на всички възможни сценарии, които следва да бъдат изследвани;
- анализ на нивата на защита – представлява полуколичествен метод за оценка на риска, свързан с конкретно нежелано събитие или сценарий. Чрез него се определят нивата на защитата, които предотвратяват причината за нежеланото събитие.
- анализ на дървото на решенията – дървото на решенията предоставя алтернативни решения и резултати по последователен начин, който държи сметка за неопределените резултати. Започва от изходното събитие или първоначалното решение и моделира различните пътища и последици като резултат от събития, които могат да настъпят и

от различни решения, които могат да се вземат. Използва се за управление на рисковете за проекти за да се избере най-добрия начин за действие, когато има неопределеност;

- метод за оценяване на надеждността на човешкия фактор – използва се за качествена и количествена оценка на влиянието на човешкия фактор (човешките грешки) върху системата;

- анализ „Възел на папийонката“ – прост метод за схематично представяне и анализ на пътищата на риска от причините до следствията. Диаграмите могат да се построят чрез използване на методите за анализ на дървото на отказите и анализ на дървото на събитията. Прилага се за изобразяване на риска, свързан с различни възможни причини и последствия, когато има ясни независими пътища на събитията, водещи до отказ;

- техническо обслужване на основата на безотказност – използва се за да се осигури извършването на подходящо и ефикасно поддържане и експлоатиране на системите най-вече на етап на проектиране и разработването на същите;

- преходен анализ и анализ на неявни състояния (скрити състояния на технически системи) – представлява методология за идентифициране на грешки при проектирането. Обединява различни методи за проверка функционалността и цялостта на проекти;

- анализ на Марков – количествен метод, който се използва, когато бъдещото състояние на една система зависи само от текущото и състояние за анализ на ремонтпригодни системи, които могат да съществуват в различни състояния, за готовността на системите, като се вземат предвид и резервните части за ремонт;

- имитационно моделиране по метода „Монте Карло“ – прилага се за анализ на сложни ситуации, разбирането и изследването на които с аналитични методи е затруднено. Методът дава възможност за преценка на въздействието на неопределеността върху системите в широк диапазон от ситуации;

- FN криви – графично представяне на вероятността от събития, причиняващи определено увреждане на определена група от населението – кумулативните честоти на загиване на определен брой и повече души от населението. Използва се за представяне на резултатите от анализа на риска;

- показатели на риска – полуколичествен метод, даващ оценка, получена на база на подход с прилагане на бални оценки с използване на рангови скали;

- матрица на последиците/вероятностите – комбинира качествени и полуколичествени оценки на последиците и вероятностите за получаване представа за нивото на риска;

- анализ на разходите и ползите – приложим при определяне на риска на база на сравняването на разходите с общите очаквани ползи, напричер чрез определянето на нетната съвременна стойност;

- и др.

За анализ и оценка на риска от големи аварии са разработени и приети в отделни страни (Холандия, Словакия, Италия, Унгария и др.) конкретни методи. Някой от методите са бързи (Словакия, Италия и др.) с по-малка точност на оценката на риска, а други са с висока степен на точност на оценката, изискващо значителни усилия, умения и опит на екипа.

Основни положения в Ръководството за количествената оценка на риска, предложено от Комитета за предотвратяване на аварии и катастрофи, причинени от опасни материали в Холандия (CPR18E)

Ръководството се основава на три приети документа, стандартизиращи:

- методите за определяне и обработка на вероятностите (необходими при разработване на сценарии за възникване и развитие на извънредните ситуации);

- методите за изследване на изтичането и разсейването на опасни вещества в околната среда;
- методи за оценка на въздействието върху хората на токсични вещества, топлинно излъчване и свръхналягане.

ОСНОВНИ ЕТАПИ ПРИ АНАЛИЗА И КОЛИЧЕСТВЕНАТА ОЦЕНКА НА РИСКА

Ръководството разглежда изготвянето на количествена оценка на риска на стационарни и подвижни обекти, съхраняващи и транспортиращи опасни вещества и материали.

Основните етапи при анализа и количествената оценка на риска са:

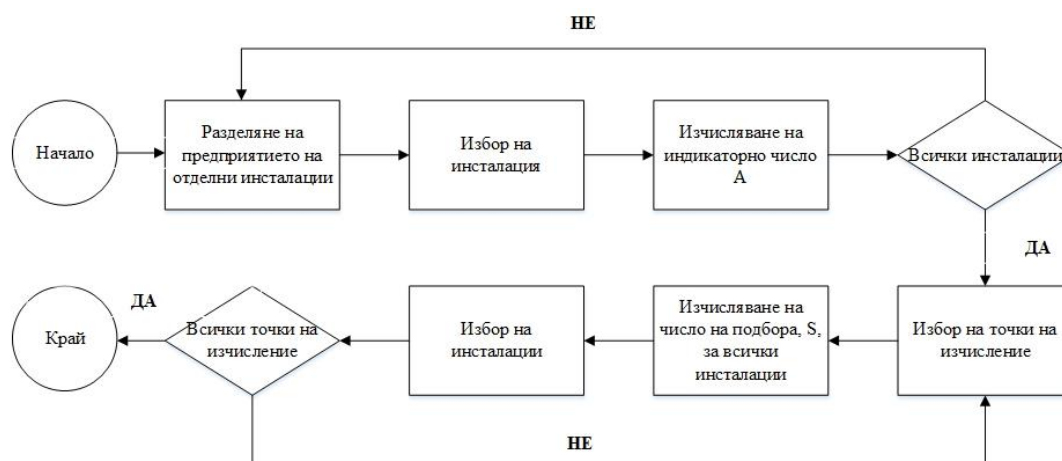
I. Подбор на инсталациите

Включва инсталациите с най-съществен принос за формирането на риска.

От анализа и оценката на риска могат да бъдат изключени вещества, които поради състоянието, в което се намират, не създават опасност за предизвикване на големи аварии. Основание за изключването на дадено вещество е изпълнението на поне един от следните критерии:

- химичните вещества са в твърдо състояние и при нормални и необичайни условия не могат да причинят голяма авария.
- химичните вещества са опаковани и съхранявани по такъв начин, че при максимално възможно изпускане при всякакви обстоятелства не може да се създаде риск от голяма авария.
- химичните вещества в такива количества и на такова разстояние от други опасни вещества, които нито могат сами по себе си да създадат риск от голяма авария, нито могат да предизвикат голяма авария с останалите химични вещества.
- химичните вещества, които са класифицирани като опасни, по силата на общата класификация на Приложение I, част 2 към Совецо Директивата на ЕО, но които не могат да създадат риск от голяма авария и към които следователно общата класификация е неприложима в конкретния случай.

Схематично, методът за подбор на инсталациите е представен на фигура 1.



Фигура. 1. Схематично представяне на метода за подбор на инсталациите

II. Определяне на събитията със “загуба на съдържание”, които трябва да бъдат включени при количествената оценка на риска на предприятията

Системата от събитията със “загуба на съдържание” (СЗС) включва:

- общи СЗС (всички неизискващи обяснение причини за откази, например: корозия; конструктивни грешки; заваръчни дефекти; задръстване на отдушници на резервоари);
- СЗС при външно въздействие (най-вече причинени от транспортни средства);
- СЗС при товарене и разтоварване (обхваща движението на материалите от транспортните средства към инсталациите и обратно);
- специфични СЗС (излезли извън контрол реакции и ефекти на доминото).

Количествената оценка на риска следва да включва СЗС, които имат принос във формирането на индивидуалния риск и/или риска за обществеността.

Условията за включването им в оценката на риска са:

- честотата за настъпване на събитието да бъде $\geq 10^{-8}$;
- да има причиняване на смърт с вероятност 0,01 извън границите на предприятието или пътя за транспорт.

Честотата на опасните явления при възможните критични събития свързани с технологичните съдове, апарати, комуникации и др. се приемат от бази-данни.

III. Моделиране на емисията и разсейването

За моделиране на емисията и разсейването са описани следните модели:

- изтичане и разпръскване;
- изпарение от локва;
- експлозия на облак от пари;
- топлинни потоци от пожари;
- разрушаване на съдове;
- разсейване на облак от пари;
- струи и факели;
- разсейване на газ;
- пасивно разсейване.

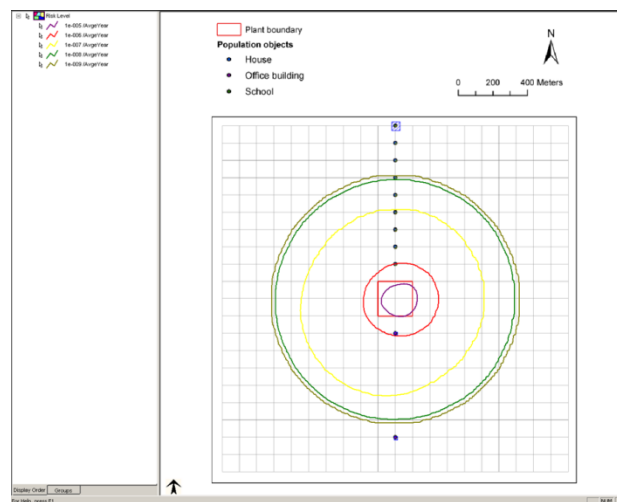
За всяко СЗС се избира подходящ модел на изтичане.

IV. Моделиране на експозицията и пораженията

За оценка на пораженията върху хората се използват показателите:

- вероятност от загиване на отделен човек
- относителен дял на загиналите, показващ частта от населението, която ще загине на дадено място от дадена експозиция. Частта от населението, която ще загине, се разделя на две части – част от населението, която ще загине извън сградите и част от населението, която ще загине в сградите.

За изчисляване на вероятността от токсично и топлинно въздействие върху хората се използват вероятностни функции (фиг.2).



Фигура. 2. Графично представяне на вероятността от токсично и топлинно въздействие върху хората

Оценката на риска от големи аварии се основава на оценката на индивидуалния риск за хората и оценката на риска за обществото и съпоставянето им с нормативно приети прагови стойности.

Индивидуален риск за хората

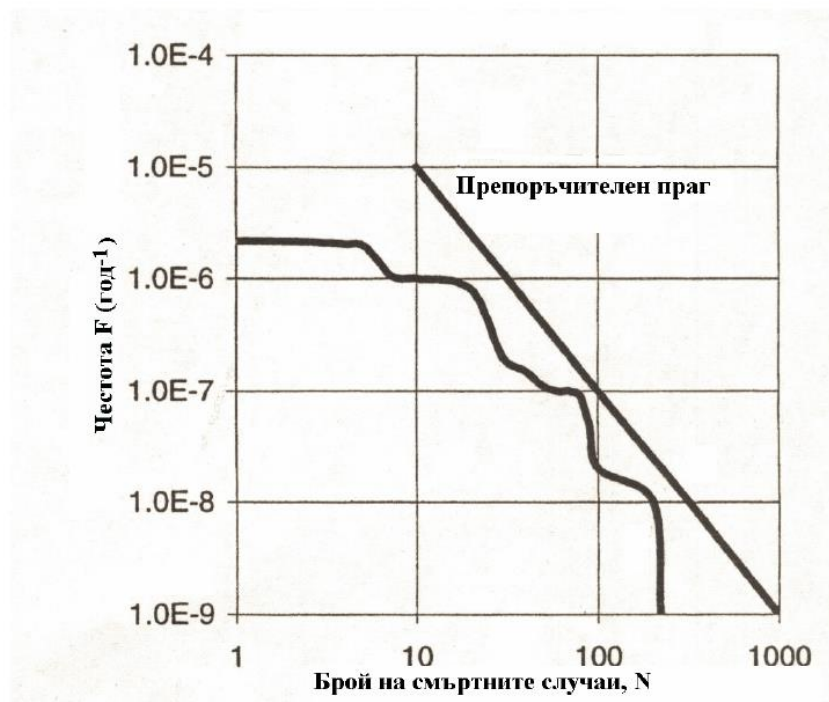
$1 \cdot 10^{-6}$ - нормативна (препоръчителна) стойност на индивидуален риск от пожар (вероятността за загиване на човек в дадено място (точка) в течение на една година), което нанесено върху карта дава географско разпределение на индивидуалния риск) След изчисляването и графичното изобразяване на географското разпределение на индивидуалния риск за хората, в рамките площта, ограничена от 10^{-6} контура на индивидуалния риск не се позволява наличието на уязвими обекти - жилища (с гъстота 2 на хектар или повече), училища, болници и други обекти, в които пребивават много хора (обществени и търговски сгради, развлекателни и спортни съоръжения и др).

Риск за обществото

Изразява се чрез кумулативната честота на възможните аварийни сценарии за период от една година, при които могат да загинат определен брой хора и повече.

Нормативната стойност на риска за обществото за стационарни обекти (Препоръчвана FN зависимост при количествената оценка на риска от големи аварии за стационарни обекти) е показана графично на фигурата като права на логаритмичната скала за кумулативната честота на аварийните сценарии и броя на загиналите при същите.

Показаната крива на фигурата представлява оценката на риска за обществото за конкретен обект, в който е възможно възникването на голяма авария.



Фигура. 3. Графично представяне на оценката на риска за обществото за конкретен обект

V. Превантивни мерки

Превантивните мерки имат особена роля при намаляването на стойността на риска. Всяка мярка има съответната тежест за въздействие върху риска. Определянето на подходящи по вид и тежест мерки за въздействие следва да е последен етап след идентифициране на опасностите и оценка на риска. Именно те ще поддържат кривата на риска под препоръчителния праг (фиг. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящия доклад са представени основните стъпки за идентифициране на опасностите и различни методи за оценка и управление на риска в специфични обекти. Загатната е съществената роля относно числената представа, както на стойността на риска, така и на мерките за въздействие на риска. Последното е от приоритетно значение за ефективността на противодействие на възникващите заплахи с адекватни оперативни способности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bulgaria's National Security Strategy (Стратегия за национална сигурност на Република България. Приета с Решение от 08.03.2011 г. на НС. ДВ, бр. 19 от 08.03.2011 г.);
- [2] Disaster Protection Act (Закон за защита при бедствия. ДВ, бр. 102 от 19.12.2006 г., преди изм. ДВ, бр. 80 от 14.10.2011 г.);
- [3] Spatial Development Act (Закон за устройство на територията. В сила от 31.03.2001 г. ДВ, бр. 1 от 02.01.2001 г., посл. изм. ДВ, бр. 15 от 23.02.2016 г.)
- [4] Decree No 181 of the Council of Ministers For Determining The Strategic Sites And Activities That Are Important For National Security (Постановление № 181 на

- Министерския съвет от 20.07.2009 г. за определяне на стратегическите обекти и дейности, които са от значение за националната сигурност. ДВ, бр. 59 от 28.07.2009 г.);
- [5] Environment Protection Act (Закон за опазване на околната среда. ДВ, бр. 91 от 25.09.2002 г., посл. изм. и доп. бр. 62 от 14.08.2015 г.);
- [6] Guidance on the preparation of a Safety Report, Ministry of Environment and Water. („Ръководство за изготвяне на Доклад за безопасност“ на Министерство на околната среда и водите).
- [7] БДС EN IEC 31010:2019 - Risk management - Risk assessment techniques (Управление на риска. Методи за оценяване на риска)