

МЕНЕДЖМЕНТ РИСКОВ

Техники оценки риска

МЕНЕДЖМЕНТ РЫЗЫКІ

Тэхнікі ацэнкі рызыкі

(IEC 31010:2019, IDT)

*Настоящий проект стандарта
не подлежит применению до его утверждения*



Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 ПОДГОТОВЛЕН научно-производственным республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 3

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от _____ 20__ г. № _____

3 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 31010:2019 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» («Risk management – Risk assessment techniques», IDT).

Международный стандарт разработан техническим комитетом по стандартизации IEC TC 56 «Надежность» Международной электротехнической комиссии (IEC) в сотрудничестве с техническим комитетом по стандартизации ISO/TC 262 «Менеджмент рисков» Международной организации по стандартизации (ISO).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им государственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь

Издан на русском языке

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	1
4 Основные концепции	2
4.1 Неопределенность	2
4.2 Риск	2
5 Использование техник оценки риска	3
6 Внедрение оценки риска	4
6.1 Планирование оценки	4
6.2 Осуществление менеджмента информации и разработка моделей	7
6.3 Применение техник оценки рисков	9
6.4 Пересмотр анализа	14
6.5 Применение результатов для поддержки решений	16
6.6 Записи и отчетность по процессу оценки рисков и конечным выходам	17
7 Выбор техник оценки рисков	17
7.1 Общие положения	17
7.2 Выбор техник	18
Приложение А (справочное) Категоризация техник	20
Приложение В (справочное) Описание техник	33
Библиография	102
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочного международного стандарта государственному стандарту	106

Введение

Настоящий стандарт предоставляет руководство по выбору и применению различных техник, которые могут быть использованы для улучшения учета неопределенности и понимания риска.

Данные техники используются:

- там, где требуется дальнейшее понимание того, какой риск существует, или понимание конкретного риска;
- в рамках принятия решения, когда необходимо сравнить или оптимизировать ряд вариантов, каждый из которых связан с риском;
- в рамках процесса менеджмента рисков, приводящего к действиям по обработке риска.

Данные техники используются в рамках шагов оценки риска – идентификации, анализа и оценивания риска, как описано в ISO 31000, а также в более общем случае, когда необходимо понять неопределенность и ее воздействия.

Техники, описанные в настоящем стандарте, могут использоваться в самых разных ситуациях, однако большинство из них относится к технической области. Некоторые техники схожи по концепции, но имеют разные названия и методологии, которые отражают историю их развития в различных секторах. Техники развивались с течением времени и продолжают развиваться, и многие из них могут использоваться в широком диапазоне ситуаций за пределами их первоначального применения. Техники могут быть адаптированы, объединены и применены по-новому или расширены для удовлетворения текущих и будущих потребностей.

Настоящий стандарт представляет собой введение в отдельные техники и сравнивает их возможные применения, выгоды и недостатки. В нем также содержатся ссылки на источники более подробной информации.

Потенциальная аудитория настоящего стандарта:

- любое лицо, вовлеченное в оценку или менеджмент риска;
- люди, вовлеченные в разработку руководства, которое определяет, как оценивать риск в конкретных контекстах;
- люди, которым необходимо принимать решения в условиях неопределенности, включая:
 - тех, кто поручает проведение оценки риска или осуществляют его оценивание;
 - тех, кому необходимо понимать результаты оценок; и
 - тех, кто сталкивается с выбором техник оценки для удовлетворения конкретных потребностей.

Организациям, которым требуется проводить оценку рисков в целях согласованности или соответствия, будет выгодно использовать соответствующие формальные и стандартизированные техники оценки рисков.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

МЕНЕДЖМЕНТ РИСКОВ
Техники оценки риска**МЕНЕДЖМЕНТ РЫЗЫКІ**
Тэхнікі ацэнкі рызыкіRisk management
Risk assessment techniques

Дата введения _____

1 Область применения

Настоящий стандарт предоставляет руководство по выбору и применению техник оценки риска в широком диапазоне ситуаций. Данные техники используются для помощи в принятии решений при наличии неопределенности, для предоставления информации о конкретных рисках и как часть процесса менеджмента рисков. Настоящий стандарт предоставляет краткое описание ряда техник со ссылками на другие документы, где эти техники описаны более подробно.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходим следующий ссылочный стандарт. Для датированных ссылок применяют только указанное издание. Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая любые изменения).

ISO Guide 73:2009 Risk management – Vocabulary (Менеджмент рисков. Словарь)

ISO 31000:2018 Risk management – Guidelines (Менеджмент рисков. Руководство)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют термины, установленные в ISO 31000:2018, ISO Guide 73:2009, а также следующие термины с соответствующими определениями.

ISO и ИЕС поддерживают терминологические базы данных для использования в стандартизации по следующим адресам:

- Электропедия ИЕС: <http://www.electropedia.org/>;
- платформа интернет-поиска ISO: <https://www.iso.org/obp>.

3.1. вероятность; правдоподобность (likelihood): Случайность того, что что-либо произойдет.

Примечание 1 – В терминологии менеджмента рисков «вероятность (likelihood)» используется для обозначения случайности того, что что-либо произойдет, определенной, измеренной или установленной объективно или субъективно, выраженной качественно или количественно и описанной с использованием общих терминов или математически (таких, как вероятность или частота в заданный период времени).

Примечание 2 – Английский термин likelihood не имеет прямого эквивалента в некоторых языках, вместо него часто используют эквивалентный термин probability. Однако в английском языке термин probability часто получает суженную интерпретацию как математический термин. Поэтому в терминологии менеджмента рисков термин likelihood имеет то же значение, что и термин probability во многих языках, кроме английского.

[ISO 31000:2018, 3.7]

3.2 возможность (opportunity): Сочетание обстоятельств, которые, как ожидается, будут благоприятствовать достижению целей.

Примечание 1 – Возможность – это позитивная ситуация, в которой вероятна выгода и над которой человек имеет достаточный уровень управления.

Примечание 2 – Возможность для одной стороны может представлять угрозу для другой.

Примечание 3 – Использование или неиспользование возможности является в обоих случаях источниками риска.

3.3 вероятность (probability): Мера случайности возникновения чего-либо, выраженная как число между 0 и 1, где 0 представляет собой невозможность, а 1 – абсолютную достоверность.

Примечание 1 – См. определение 3.1, примечание 2.

3.4 определяющий фактор риска (risk driver, driver of risk): Фактор, оказывающий большое влияние на риск.

3.5 угроза (threat): Потенциальный источник опасности, вреда или другого нежелательного результата.

Примечание 1 – Угроза – это негативная ситуация, в которой вероятны потери и над которой человек имеет относительно небольшое управление.

Примечание 2 – Угроза для одной стороны может представлять возможность для другой.

4 Основные концепции

4.1 Неопределенность

Неопределенность – это термин, который охватывает многие основополагающие концепции. Было предпринято много попыток классифицировать типы неопределенности (и они продолжают развиваться), включая:

- неопределенность, которая признает внутреннюю вариабельность некоторых явлений и которая не может быть уменьшена путем дальнейшего исследования; например, бросание игральных костей (иногда именуется как случайная неопределенность);

- неопределенность, которая обычно является результатом отсутствия знаний и которая, следовательно, может быть уменьшена путем сбора большего количества данных, уточнения моделей, улучшения техник отбора выборки и т.д. (иногда именуется какgnoseологическая неопределенность).

Другие общепризнанные формы неопределенности включают:

- лингвистическую неопределенность, которая признает неясность и двусмысленность, присущие разговорным языкам;

- неопределенность принятия решений, которая имеет особое значение для стратегий менеджмента риска и идентифицирует неопределенность, связанную с системами ценностей, профессиональными суждениями, ценностями организации и общественными нормами.

Примеры неопределенности включают:

- неопределенность в отношении истинности допущений, включая предположения о том, как могут вести себя люди или системы;

- вариабельность параметров, на которых основывается решение;

- неопределенность в достоверности или точности моделей, которые были созданы для того, чтобы делать прогнозы на будущее;

- события (включая изменения в обстоятельствах или условиях), возникновение, характер или последствия которых являются неопределенными;

- неопределенность, связанная с разрушительными событиями;

- неопределенные конечные выходы системных факторов, таких как нехватка компетентного персонала, которые могут иметь широкомасштабные последствия, которые не могут быть четко определены;

- недостаток знаний, возникающий, когда неопределенность признается, но не до конца понимается;

- непредсказуемость;

- неопределенность, возникающая из-за ограниченности человеческого разума, например, в понимании сложных данных, прогнозировании ситуаций с долгосрочными последствиями или вынесении непредвзятых суждений.

Не всю неопределенность можно понять, а значение неопределенности может быть трудно или невозможно определить, или повлиять на нее. Однако признание того, что неопределенность существует в конкретном контексте, позволяет создать системы раннего предупреждения, чтобы проактивно и своевременно обнаружить изменения и принять меры по повышению устойчивости к непредвиденным обстоятельствам.

4.2 Риск

Риск включает в себя воздействие на цели любой из форм неопределенности, описанных в п. 4.1. Неопределенность может привести к положительным или отрицательным последствиям, или к тому и другому.

Риск часто описывается в терминах источников риска, потенциальных событий, их последствий и вероятности. Событие может иметь множество причин и привести к множеству последствий. Послед-

ствия могут иметь ряд дискретных значений, быть непрерывными переменными или быть неизвестными. Последствия могут не быть заметными или измеримыми вначале, но могут накапливаться со временем. Источники риска могут включать присущую им вариабельность или неопределенность, связанную с рядом факторов, включая поведение людей и организационные структуры или влияние общества, для которых может быть трудно предсказать любое конкретное событие, которое может произойти. Из этого следует, что риск не всегда может быть легко табулирован как набор событий, их последствий и вероятностей.

Техники оценки риска нацелены на то, чтобы помочь людям понять неопределенность и связанный с ней риск в этом широком, сложном и разнообразном контексте с целью поддержки более обоснованных решений и действий.

5 Использование техник оценки риска

Техники, описанные в настоящем стандарте, позволяют улучшить понимание неопределенности и ее последствий для принятия решений и действий.

ISO 31000 описывает принципы менеджмента риска, а также основы и организационные механизмы, позволяющие осуществлять менеджмент риска. Он определяет процесс, который позволяет распознавать, понимать и изменять риск по мере необходимости в соответствии с критериями, которые устанавливаются как часть процесса. Техники оценки риска могут быть применены в рамках этого структурированного подхода, который включает в себя установление контекста, оценку риска и обработку риска, а также постоянный мониторинг, анализ, обмен информацией и консультации, документирование и отчетность. Этот процесс представлен на рисунке А.1, где также показаны примеры того, где в рамках этого процесса могут быть применены техники.

В процессе ISO 31000 оценка рисков включает в себя идентификацию рисков, их анализ и использование понимания, полученного в результате анализа, для оценки рисков путем формулирования выводов об их сравнительной значимости по отношению к целям и пороговым значениям пригодности организации. Этот процесс предоставляет входные данные для принятия решений о том, требуется ли обработка риска, приоритетах для обработки и действиях, направленных на обработку риска. На практике применяется итеративный подход.

Техники оценки риска, описанные в настоящем стандарте, используются:

- там, где требуется дальнейшее понимание того, какой риск существует, или понимание конкретного риска;
- в рамках процесса менеджмента риска, приводящего к действиям по обработке риска;
- в рамках принятия решения, когда необходимо сравнить или оптимизировать ряд вариантов, каждый из которых связан с риском.

В частности, эти техники могут быть использованы для:

- предоставления структурированной информации для поддержки принятия решений и действий в условиях неопределенности;
- разъяснения значения допущений для достижения целей;
- сравнения нескольких вариантов, систем, технологий или подходов и т.д., когда вокруг каждого варианта существует многогранная неопределенность;
- помощи в определении реалистичных стратегических и оперативных целей;
- оказания помощи в определении критериев риска организации, таких как пределы риска, склонность к риску или уровень принятия риска;
- учета риска при определении или пересмотре приоритетов;
- распознавания и понимания риска, включая риск, который может иметь экстремальные последствия;
- понимания того, какие неопределенности имеют наибольшее значение для целей организации, и предоставления обоснования того, что с ними следует делать;
- более успешного распознавания и использования возможностей;
- формулирования факторов, способствующих возникновению риска, и причин их важности;
- идентификации эффективных и результативных действий по обработке рисков;
- определения модифицирующего эффекта предлагаемых методов обработки риска, включая любые изменения в характере или величине риска;
- обмена информацией о риске и его последствиях;
- извлечения уроков, исходя из отказов и успехов, с целью улучшения методов менеджмента риска;

- подтверждения выполнения нормативных и других требований.

Способ оценки риска зависит от сложности и новизны ситуации, а также от уровня соответствующих знаний и понимания.

В простейшем случае, когда в ситуации нет ничего нового или необычного, риск хорошо понятен, нет серьезных воздействий для заинтересованных сторон или последствия незначительны, то решение о действиях, скорее всего, будет принято в соответствии с установленными правилами и процедурами и предыдущими оценками риска.

Для очень новых, сложных или проблемных вопросов, где существует высокая неопределенность и мало опыта, мало информации, на которой можно основывать оценку, и обычные методы анализа могут оказаться бесполезными или бессмысленными. Это также относится к обстоятельствам, когда заинтересованные стороны придерживаются сильно различающихся взглядов. В этих случаях для получения частичного понимания риска могут использоваться различные техники, а затем выносятся суждения в контексте ценностей организации и общества, а также мнений заинтересованных сторон.

Техники, описанные в настоящем стандарте, имеют наибольшее применение в ситуациях между этими двумя крайностями, когда сложность является умеренной и имеется некоторая информация, на которой можно основывать оценку.

6 Внедрение оценки риска

6.1 Планирование оценки

6.1.1 Определение предназначения и области применения оценки

Следует установить предназначение оценки, включая идентификацию решений или действий, к которым она относится, лиц, принимающих решения, заинтересованных сторон, а также сроки и характер требуемых выходов (например, требуется ли качественная, полуквантитативная или количественная информация).

Следует определить область применения, глубину и уровень детализации оценки с описанием того, что включать, а что исключать. Следует определить типы последствий, которые будут включены в оценку. Также следует указать любые условия, допущения, ограничения или необходимые ресурсы, относящиеся к деятельности по оценке.

6.1.2 Понимание контекста

При проведении оценки риска вовлеченным лицам следует быть осведомленным о более обширных обстоятельствах, при которых будут приниматься решения и действия, основанные на их оценке. Это включает в себя понимание внутренних и внешних факторов, которые вносят вклад в контекст организации, а также более широкие общественные и экологические аспекты. Любой соответствующий установленный контекст следует пересматривать и проверять на предмет его актуальности и уместности. Понимание общей картины особенно важно там, где существует значительная сложность.

6.1.3 Взаимодействие с заинтересованными сторонами

Следует идентифицировать заинтересованные стороны и тех, кто, вероятно, сможет поделиться полезными знаниями или соответствующими мнениями, и рассмотреть их перспективы, независимо от того, включены ли они в качестве участников оценки. Надлежащее вовлечение заинтересованных сторон помогает гарантировать, что информация, на которой основана оценка рисков, является валидной и применимой, а также что заинтересованные стороны понимают причины, лежащие в основе решений. Вовлечение заинтересованных сторон может:

- предоставить информацию, позволяющую понять контекст оценки;
- объединить различные области знаний и опыта для более результативной идентификации и понимания рисков;
- предоставить соответствующие экспертные знания для использования техник;
- обеспечить понимание и учет интересов заинтересованных сторон;
- предоставить вход в процесс определения приемлемости риска, особенно когда это затрагивает заинтересованные стороны;
- выполнять любые требования по предоставлению информации или консультированию людей;
- получить поддержку выходов и решений, вытекающих из оценки рисков;
- идентифицировать пробелы в знаниях, которые необходимо устранить до и/или во время оценки рисков.

Следует решить, каким образом выходы и результаты оценки рисков будут надежно, точно и прозрачно доведены до сведения соответствующих заинтересованных сторон.

Техники сбора мнений заинтересованных сторон и экспертов описаны в разделе В.1.

6.1.4 Определение целей

Следует, чтобы цели конкретной системы или процесса, для которых необходимо оценить риск, были определены и, по возможности, задокументированы. Это облегчит идентификацию риска и понимание его воздействий.

Насколько это практически возможно, следует, чтобы цели были:

- специфическими для предмета оценки;
- измеряемыми качественно или количественно;
- достижимыми в рамках ограничений, налагаемых контекстом;
- связаны с более крупными целями или контекстом организации;
- достижимыми в установленные сроки.

6.1.5 Учет человеческих, организационных и социальных факторов

Человеческие, организационные и социальные факторы следует учитывать в явном виде и принимать во внимание, исходя из конкретных условий. Человеческие факторы относятся к оценке риска:

- как источник неопределенности;
- через влияние на то, как выбираются и применяются техники;
- через способы интерпретации и использования информации (например, из-за различий в восприятии риска).

Пригодность человека (как выше, так и ниже ожиданий) является источником риска и может также повлиять на результативность средств управления. Потенциал отклонения от ожидаемого или предполагаемого поведения следует специально учитывать при оценке риска. Факторы, связанные с пригодностью человека, часто бывают сложными, и для идентификации и анализа человеческих аспектов риска может потребоваться консультация экспертов.

Человеческий фактор также влияет на выбор и использование техник, особенно в тех случаях, когда необходимо выносить суждения или используются командные подходы. Для минимизации этих влияний необходимо квалифицированное содействие. Следует бороться с такими предубеждениями, как групповое мышление и чрезмерная уверенность (например, в оценках или восприятии). Следует, чтобы мнение экспертов было обосновано на свидетельствах и данных, где это возможно, и следует предпринимать усилия, чтобы избежать или минимизировать когнитивные предубеждения.

Личные цели и ценности людей могут быть разными и отличаться от целей и ценностей организации. Это может привести к различному восприятию уровня риска и различным критериям, по которым люди принимают решения. Организациям следует стремиться к достижению общего понимания риска внутри организации и учитывать различия в восприятии рисков заинтересованными сторонами.

Социальные аспекты, включая социально-экономическое положение, расовую этническую принадлежность и культуру, пол, социальные взаимоотношения и контекст проживания и сообщества, могут влиять на риск как прямо, так и косвенно. Воздействия могут быть долгосрочными и не сразу заметными и могут потребовать долгосрочного планирования.

6.1.6 Пересмотр критериев для принятия решений

6.1.6.1 Общие положения

Критерии, включая критерии риска, которые необходимо учитывать при принятии решений, следует пересматривать до проведения оценки. Критерии могут быть качественными, полуколичественными или количественными. В некоторых случаях четких критериев может не быть, и заинтересованные стороны используют свои суждения для реагирования на результаты анализа.

Соответствующими критериями для пересмотра являются:

- принятие решения о том, является ли риск приемлемым;
- определение относительной значимости рисков;
- учет риска при принятии решений по вариантам, когда каждый вариант связан с многочисленными рисками, которые могут иметь положительные или отрицательные последствия, или и те, и другие;
- учет взаимосвязи между рисками.

6.1.6.2 Критерии принятия решения о приемлемости риска

Критерии для определения характера и степени риска, который может быть принят для достижения целей, иногда называемые склонность к риску, могут быть определены путем указания техники для определения величины риска или параметра, связанного с риском, а также предела, за которым риск

становится неприемлемым. Предел, установленный для неприемлемого неблагоприятного риска, может зависеть от потенциального вознаграждения.

Приемлемость риска также может быть определена путем установления приемлемых вариаций в конкретных показателях пригодности, связанных с целями.

В зависимости от типа последствий могут быть установлены различные критерии. Например, критерии организации для принятия финансового риска могут отличаться от критериев, определенных для риска, связанного с человеческой жизнью.

Ниже приведены примеры критериев, используемых при определении возможности принятия риска.

- уровень принятия риска (risk bearing capacity, RBC) (также называемый способностью принятия риска): RBC организации обычно определяется с точки зрения риска капитала, который доступен для поглощения неблагоприятных воздействий от рисков. Для коммерческой организации способность может быть определена с точки зрения максимальной удерживающей способности, покрываемой активами, или наибольшего финансового убытка, который организация может понести без объявления банкротства. Расчетный RBC следует надлежащим образом проверить с помощью сценариев стресс-тестирования для предоставления надежного уровня достоверности. Склонность организации к риску отражает готовность руководства использовать свой RBC;

- ALARP/ALARA и SFAIRP: в некоторых юрисдикциях законодательно установленные критерии для принятия решений об обработке риска, связанного с безопасностью, включают обеспечение того, чтобы риск получения травмы или ухудшения состояния здоровья был «настолько низким, насколько это практически возможно» (ALARP, «as low as is reasonably practicable»), «настолько низким, насколько это разумно достижимо» (ALARA, «as low as reasonably achievable») или демонстрацию того, что средства управления минимизируют риск «насколько это практически возможно» (SFAIRP, «so far as is reasonably practicable») (см. В.8.2);

- «глобальный эквивалент» (GALE, «globally at least equivalent») [globalement au moins équivalent (GAME) [1]]: считается приемлемым увеличение рисков с неблагоприятными последствиями из определенного источника, если можно продемонстрировать, что риски из других источников снизились на эквивалентную или большую величину;

- критерии затрат/выгод, такие как цена за одну спасенную жизнь или доход на инвестиции (ROI, return on investment).

6.1.6.3 Критерии оценивания значимости риска

Критерии риска (условия, по которым определяется значимость риска) могут быть выражены в терминах, включающих любую из характеристик и измерений риска, рассмотренных в 6.3.5 и 6.3.7. Этические, культурные, юридические, социальные, репутационные, экологические, договорные, финансовые и другие критерии также могут сюда относиться.

Оценивание значимости риска по сравнению с другими рисками часто основывается на оценке величины риска по сравнению с критериями, которые напрямую связаны с пороговыми значениями, установленными для целей организации. Сравнение с такими критериями может предоставить информацию организации о том, на обработке каких рисков следует сфокусироваться, исходя из их потенциала выводить результаты за пороговые значения, установленные для целей.

Величина риска редко является единственным критерием, связанным с принятием решения о значимости риска. Другие учитываемые факторы могут включать надежность (например, тройной критерий) и устойчивость, этические и правовые критерии, результативность средств управления, максимальное воздействие в случае отсутствия или сбоя средства управления, сроки наступления последствий, затраты на средства управления и мнения заинтересованных сторон.

Техники оценивания значимости риска описаны в разделе В.8.

6.1.6.4 Критерии для принятия решения между вариантами

Организация сталкивается со многими решениями, в которых потенциально затрагиваются несколько, часто конкурирующих целей, и при этом необходимо учитывать, как потенциальные неблагоприятные исходы, так и потенциальные выгоды. Для принятия таких решений может потребоваться соблюдение нескольких критериев и компромисс между конкурирующими целями. Следует идентифицировать критерии, относящиеся к принятию решения, а также следует определить и учесть способ присваивания коэффициентов весомости критериям или нахождения компромиссов, а также способ документирования и обмена информацией. При установлении критериев следует учитывать возможность того, что затраты и выгоды могут отличаться для различных заинтересованных сторон. Следует решить, каким образом будут учитываться различные формы неопределенности.

Техники в разделе В.9 направлены на выбор между вариантами.

6.2 Осуществление менеджмента информации и разработка моделей

6.2.1 Общие положения

До проведения оценки и во время проведения оценки риска следует получить соответствующую информацию. Такая информация предоставляет входы для статистического анализа, моделей или техник, описанных в приложениях А и В. В некоторых случаях информация может быть использована лицами, принимающими решения, без дальнейшего анализа.

Информация, необходимая на каждом этапе, зависит от результатов предыдущего сбора информации, цели и области оценки, а также метода или методов, которые будут использоваться для анализа. Следует решить, каким образом будет собираться, храниться и предоставляться информация.

Следует определить, какие записи о результатах оценки будут задокументированы, а также определить, как эти записи собирать, хранить, обновлять и предоставлять тем, кому они могут быть необходимы. Источники информации всегда следует указывать.

6.2.2 Сбор информации

Информация может быть собрана из таких источников, как обзоры литературы, результаты наблюдений и мнения экспертов. Данные могут быть собраны или получены, например из измерений, экспериментов, интервью и опросов.

Как правило, данные прямо или косвенно представляют прошлые потери или выгоды. Примерами могут служить отказы или успехи проекта, количество жалоб, финансовые выгоды или потери, воздействие на здоровье, травмы и смертельные случаи и т.д. Также может быть доступна дополнительная информация, например, причины отказов или успехов, источники жалоб, характер травм и т.д. Данные могут также включать выходы моделей или других техник анализа.

Следует определить следующее:

- источник информации и его достоверность;
- тип информации (например, является ли она качественной, количественной или и тем и другим (см. 6.3.7.1));
- уровень (например, стратегический, тактический, операционный);
- количество и качество необходимых данных;
- методологию сбора;
- уровень конфиденциальности.

Если данные, подлежащие анализу, получены в результате отбора выборки, следует установить требуемую статистическую достоверность, чтобы собрать достаточное количество данных. Неприменение статистического анализа также следует установить.

Если имеются данные или результаты предыдущих оценок, следует сначала установить, изменился ли контекст, и если да, то остаются ли актуальными предыдущие данные или результаты.

Следует оценить валидность, надежность и ограничения любой информации, которая будет использоваться в оценке, принимая во внимание:

- срок давности и актуальность информации;
- источник информации и методы, использованные для ее сбора;
- неопределенности и пробелы в информации;
- авторитетность или происхождение информации, наборов данных, алгоритмов и моделей.

6.2.3 Анализ данных

Анализ данных может обеспечить:

- понимание прошлых последствий и их вероятности для приобретения опыта;
- тренды и закономерности, включая периодичность, которые дают представление о том, что может повлиять на будущее;
- корреляции, которые могут указать на возможные причинно-следственные связи для дальнейшей валидации. Следует идентифицировать и понять ограничения и неопределенности в данных.

Нельзя предполагать, что данные за прошлые периоды можно применять в будущем, но они могут указать лицам, принимающим решения, представление о том, что более или менее вероятно произойдет в будущем.

6.2.4 Разработка и применение моделей

6.2.4.1 Общие положения

Модель – это приблизительное представление реальности. Ее назначение – преобразовать сложную по своей сути ситуацию в более простые термины, которые легче анализировать. Модель можно

использовать для понимания значения данных и моделирования того, что может произойти на практике при различных условиях. Модель может быть физической, представленной с помощью программного обеспечения или быть набором математических зависимостей.

Моделирование обычно включает следующие шаги:

- описание проблемы;
- описание цели построения модели и желаемых результатов;
- разработка концептуальной модели проблемы;
- создание физического, программного или математического представления концептуальной модели;
- разработка программного обеспечения или других инструментов для анализа поведения модели;
- обработка данных;
- валидация или калибровка модели путем анализа выходных данных для известных ситуаций;
- формулирование выводов на основе модели о реальных проблемах.

Каждый из этих шагов может включать аппроксимации, предположения и заключения экспертов, и (по возможности) следует, чтобы они были валидированы людьми, независимыми от разработчиков. Следует, чтобы критические допущения были проанализированы на основе имеющейся информации для оценки их достоверности.

Для достижения надежных результатов при использовании моделей необходимо валидировать, что:

- концептуальная модель адекватно представляет оцениваемую ситуацию;
- модель используется в тех контекстных пределах, для которых она была разработана;
- теоретические концепции, лежащие в основе модели, и любые связанные с ними вычисления, хорошо изучены;
- выбор параметров и математических представлений концепций является обоснованным;
- математика, лежащая в основе вычислений, хорошо понята;
- входы являются точными и надежными, или характер модели учитывает надежность используемых входных данных;
- модель работает в соответствии с планом без внутренних ошибок и сбоев;
- модель стабильна и не слишком чувствительна к небольшим изменениям в ключевых входных данных.

Этого может быть достигнуто путем:

- выполнения анализа чувствительности для проверки того, насколько модель чувствительна к изменениям входных параметров;
- стресс-тестирования модели в конкретных сценариях, часто экстремальных;
- сравнения выходных данных с прошлыми данными (кроме тех данных, на основе которых они были разработаны);
- верификации того, что при запуске модели разными людьми получаются аналогичные результаты;
- проверки выходных данных на соответствие фактической пригодности.

Следует, чтобы сохранялась подробная документация о модели, а также теорий и допущений, на которых она основана, достаточная для валидации модели.

6.2.4.2 Использование программного обеспечения для анализа

Программные продукты могут использоваться для представления и систематизации данных или их анализа. Программные продукты, используемые для моделирования и анализа, часто предоставляют простой пользовательский интерфейс и быстрые выходы, но такие характеристики могут привести к недостоверным результатам, которые незаметны для пользователя. Недостоверные результаты могут возникнуть из-за:

- неадекватности алгоритмов, используемых для представления ситуации;
- допущений, сделанных при разработке и использовании модели, лежащей в основе программного обеспечения;
- ошибок при вводе данных, включая непонимание их значения;
- проблем с преобразованием данных при использовании нового программного обеспечения;
- плохой интерпретации результатов.

Коммерческое программное обеспечение часто является «черным ящиком» (коммерческой тайной) и может содержать любую из этих ошибок.

Новое программное обеспечение следует протестировать с использованием простой модели с входами, которые имеют известный выход, прежде чем переходить к тестированию более сложных моделей. Детали тестирования следует сохранять для использования в будущих обновлениях версий или для новых программ анализа программного обеспечения.

Ошибки в построенной модели можно проверить, увеличивая или уменьшая входное значение, чтобы определить, соответствует ли выходное значение ожидаемому. Это может быть применено к каждому из различных входов. Ошибки ввода данных часто идентифицируются при варьировании входных данных. Этот подход также предоставляет информацию о чувствительности модели к вариациям данных.

Во избежание ошибочных выводов рекомендуется хорошо разбираться в математике, относящейся к конкретному анализу. Возможны не только вышеуказанные ошибки, но и выбор конкретной программы может оказаться неподходящим. Легко следовать программе и предполагать, что ответ будет правильным. Следует собирать свидетельства проверки того, чтобы убедиться в обоснованности выходов.

6.3 Применение техник оценки рисков

6.3.1 Общее описание

Техники, описанные в приложениях А и В, используются для развития понимания риска как входных данных для принятия решений, когда существует неопределенность, включая решения о необходимости и способе обработки риска.

Техники оценки могут быть использованы для:

- идентификации риска (см. 6.3.2);
- определения причин, источников и определяющих факторов риска, а также уровня подверженности им (см. 6.3.3);
- изучения общей результативности средств управления и модифицирующего эффекта предлагаемой обработки рисков (см. 6.3.4);
- понимания последствий и вероятности (см. 6.3.5);
- анализа взаимодействий и зависимостей (см. 6.3.6);
- предоставления меры риска (см. 6.3.7).

Факторы, которые следует учитывать при выборе конкретной техники для таких действий, описаны в разделе 7.

В целом, анализ может быть описательным (например, отчет по обзору литературы, анализ сценариев или описание последствий) или количественным, когда данные анализируются для получения числовых значений. В некоторых случаях для сравнения конкретных рисков могут применяться рейтинговые шкалы.

Следует, чтобы способ оценки риска и форма выходных данных были совместимы с любым определением критерия. Например, количественные критерии требуют применения техники количественного анализа, которая позволяет получить выходы в соответствующих единицах измерения

Математические операции следует использовать только в том случае, если это позволяют выбранные метрики. В общем случае, не следует использовать математические операции с порядковыми шкалами. Даже в полностью количественном анализе входные значения обычно являются оценочными. Не следует приписывать результатам уровень точности и прецизионности, кроме случаев, когда такой уровень согласуется с данными и используемыми методами.

6.3.2 Идентификация риска

Идентификация риска позволяет однозначно учитывать неопределенность. Все источники неопределенности, а также как благоприятные, так и неблагоприятные воздействия, могут быть уместны в зависимости от контекста и области определения оценки риска.

Техники для идентификации риска обычно используют знания и опыт различных заинтересованных сторон (см. В.1.1). Они включают рассмотрение следующих вопросов:

- какие существуют неопределенности и каковы могут быть их воздействия;
- какие обстоятельства или проблемы (материальные или нематериальные) имеют потенциал для будущих последствий;
- какие источники риска присутствуют или могут возникнуть;
- какие средства управления существуют и являются ли они результативными;
- какие события и последствия могут произойти, как, когда, где и почему;
- что произошло в прошлом и как это может разумно относиться к будущему;

- какие человеческие аспекты и организационные факторы могут быть применимы.

Обследования на месте также могут быть полезными для идентификации источников риска или ранних признаков потенциальных последствий.

Выходы идентификации рисков могут быть задокументированы в виде реестра рисков с указанием событий, причин и установлены последствий или с использованием других подходящих форматов.

Какие бы техники ни использовались, к идентификации рисков следует подходить методично и итеративно для обеспечения тщательности и результативным. Следует, чтобы риск был идентифицирован достаточно рано, чтобы можно было принять меры, когда это возможно. Однако бывают случаи, когда некоторые риски не могут быть идентифицированы в ходе оценки рисков. Поэтому следует создать механизм учета возникающих рисков и распознавания ранних признаков потенциального благоприятного исхода или отказа.

Техники идентификации риска описаны в разделе В.2.

6.3.3 Определение источников, причин и факторов риска

Идентификация причин, источников и определяющих факторов риска может:

- способствовать оцениванию вероятности события или последствий;
- помочь идентифицировать методы обработки, которые изменяют риск;
- помочь в определении показателей раннего предупреждения и их порогов обнаружения;
- определить общие причины, которые могут помочь в разработке приоритетов для обработки риска.

Источники риска могут включать события, решения, действия и процессы, как благоприятные, так и неблагоприятные, а также ситуации, о существовании которых известно, но исход которых неопределен. Любая форма неопределенности, описанная в 4.1, может быть источником риска.

События и последствия могут иметь несколько причин или причинно-следственных цепочек.

Риском часто можно управлять только путем изменения определяющих факторов риска. Они влияют на статус и развитие подверженности риску, и часто затрагивают более одного риска. В результате определяющие факторы риска часто требуют большего и пристального внимания, чем источники отдельных рисков.

Техники определения источников, причин и факторов риска описаны в разделе В.3.

6.3.4 Изучение результативности существующих средств управления

На риск влияет общая результативность всех существующих средств управления. Следует рассмотреть следующие аспекты средств управления:

- механизм, с помощью которого средства управления изменяют риск;
- наличие средств управления, их способность работать так, как задумано, и достигать ожидаемых результатов;
- наличие недостатков в разработанных средствах управления или в способе их применения;
- наличие пробелов в средствах управления;
- независимость друг от друга или согласованность функционирования средств управления для обеспечения результативной работы;
- существование факторов, условий, уязвимости или обстоятельств, которые могут снизить или устранить результативность средств управления, включая отказы по общей причине;
- снесение средствами управления дополнительных рисков.

Примечание – Риск может иметь более одного средства управления, а средства управления могут влиять на более чем один риск.

Следует проводить различие между средствами управления, которые изменяют вероятность, последствия или и то, и другое, и средствами управления, которые изменяют способ распределения ответственности за риск между заинтересованными сторонами. Например, страхование от риска и другие формы финансовых рисков напрямую не влияют на вероятность события или его выходы, но могут сделать некоторые последствия более приемлемыми для конкретной заинтересованной стороны, уменьшив их масштабы или сгладив денежные потоки.

Любые допущения, сделанные в ходе анализа рисков относительно фактического воздействия и надежности средств управления, следует валидировать, уделяя особое внимание отдельным средствам управления или их комбинациям, которые, как предполагается, оказывают существенное модифицирующее воздействие. При этом следует учитывать информацию, полученную в ходе регулярного мониторинга и анализа средств управления.

Техники анализа средств управления описаны в разделе В.4

6.3.5 Понимание последствий и вероятности

6.3.5.1 Анализ типа, масштаба и сроков наступления последствий

Анализ последствий может варьироваться от описания выходов до детального количественного моделирования или анализа уязвимости. При необходимости следует рассматривать вытекающие последствия (эффект «домино» или цепная реакция), когда одно последствие влечет за собой другое.

Риск может быть связан с рядом различных типов последствий, влияющих на разные цели. Типы анализируемых последствий следует определить при планировании оценки. Следует проверить заявленный контекст, чтобы обеспечивать, что анализируемые последствия соответствуют цели оценки и принимаемым решениям. Во время оценки такая проверка может проводиться повторно по мере накопления информации.

Масштаб последствий может быть выражен количественно в виде балльной оценки или в виде распределения. Распределение может применяться там, где:

- значение для последствия является неопределенным;
- последствия варьируются в зависимости от обстоятельств;
- параметры, влияющие на последствия, варьируются.

Рассмотрение полного распределения, связанного с последствием, предоставляет полную информацию. Можно суммировать распределение в виде точечного значения, такого как математическое ожидание (среднее), вариация (дисперсия) или процент в хвосте или другой соответствующей части распределения (процентиль).

Для любого метода получения точечного значения или значений для представления распределения последствий существуют основополагающие предположения и неопределенности относительно:

- формы распределения, выбранной для соответствия данным (например, непрерывная или дискретная, нормальная или сильно асимметричная);
- наиболее подходящего способа представления этого распределения в виде балльного значения;
- значения точечной оценки из-за неопределенностей, присущих данным, на основе которых было получено распределение.

Не следует считать, что данные, относящиеся к риску, обязательно соответствуют нормальному распределению.

В некоторых случаях информация может быть обобщена в виде качественного или полуколичественного рейтинга, который может быть использован при сравнении рисков.

Масштаб последствий может также варьироваться в зависимости от других параметров. Например, последствия для здоровья вследствие подверженности химическому веществу обычно зависят от дозы, которой подвергается человек или другие биологические виды. В данном примере риск обычно представлен кривой зависимости отклика от дозы, которая изображает вероятность наступления установленной конечной точки (например, смерти) как функцию воздействия кратковременной или накопленной дозы.

Последствия также могут меняться с течением времени. Например, неблагоприятные воздействия отказа могут стать более серьезными, чем дольше существует такой отказ. С учетом этого следует выбирать соответствующие техники.

Иногда последствия возникают в результате подверженности нескольким источникам риска: например, воздействие на окружающую среду или здоровье человека в результате подверженности биологических, химических, физических и психосоциальных источников риска. При рассмотрении многократной подверженности следует учитывать возможность синергетического эффекта, а также влияние продолжительности и степени подверженности.

6.3.5.2 Анализ вероятности

Вероятность может относиться к вероятности события или к вероятности установленного последствия. Следует, чтобы параметр, к которому применяется значение вероятности, был четко указан, а событие или последствие, вероятность которого указывается, было ясно и точно определено. Для полного определения вероятности может быть необходимо включить заявление о подверженности и продолжительности.

Вероятность может быть описана различными способами, в том числе как ожидаемая вероятность или частота, или с помощью описательных терминов (например, «с большой долей вероятности»). Если используется описательный термин, следует, чтобы его значение было определено. Может существовать неопределенность в вероятности, которая может быть показана как распределение значений, представляющих степень уверенности в том, что будет получено определенное значение.

Если процентная величина используется в качестве меры вероятности, следует указать характер соотношения, к которому относится процентная величина.

Пример 1 – Утверждение, что шанс того, что поставка будет сорвана, составляет 5 %, является неясным с точки зрения периода времени и совокупности. Также неясно, относится ли этот процент к 5 % проектов или к 5 % поставщиков. Более явным является утверждение: «вероятность того, что один или несколько поставщиков не смогут поставить требуемые товары или услуги для проекта в течение жизненного цикла проекта составляет 5 % от проектов».

Для минимизации неверных интерпретаций при качественном или количественном выражении вероятности, следует, чтобы временной период и соответствующая совокупность были четко определены и соответствовали области конкретной оценки.

Пример 2 – Вероятность того, что один или несколько поставщиков не смогут поставить требуемые товары или услуги для проекта в течение следующих двух месяцев составляет 1 % от проектов, тогда как в течение шести месяцев отказ может произойти в 3 % от проектов.

Существует множество возможных предубеждений, которые могут повлиять на оценки вероятности. Кроме того, интерпретация оценки вероятности может варьироваться в зависимости от контекста, в котором она представлена. Следует позаботиться о том, чтобы понять возможное воздействие индивидуальных (когнитивных) и культурных предубеждений.

Техники понимания последствий и вероятности описаны в разделе В.5.

6.3.6 Анализ взаимодействий и зависимостей

Между рисками обычно существует множество взаимодействий и зависимостей. Например, множественные последствия могут быть вызваны одной причиной, или конкретное последствие может иметь множество причин. Возникновение одних рисков может сделать возникновение других более или менее вероятным, и эти причинно-следственные связи могут образовывать каскады или петли.

Для достижения более надежной оценки риска, когда причинно-следственные связи между рисками существенны, может быть полезным создать причинно-следственную модель, включающую риски в той или иной форме. В информации о рисках можно искать общие характерные особенности, такие как общие причины или определяющие факторы риска, или общие выходы.

Взаимодействия между рисками могут оказывать различные воздействия на принятие решений, например, повышение важности действий, которое охватывает несколько связанных рисков или увеличение привлекательности одного варианта перед другими. Риски могут быть восприимчивы к общим техникам обработки, или могут возникать ситуации, когда обработка одного риска имеет положительные или отрицательные последствия в других местах. В некоторых случаях действия по обработке рисков могут быть объединены, чтобы значительно сократить объем работы и более результативно сбалансировать имеющиеся ресурсы. Следует, чтобы скоординированный план обработки рисков учитывал данные факторы, а не предполагал, что каждый риск следует обрабатывать независимо от других рисков.

Техники анализа взаимодействий и зависимостей описаны в разделе В.6.

6.3.7 Понимание измерений риска

6.3.7.1 Определение измерений риска

В некоторых ситуациях полезно представить измерение риска в виде некоторой комбинации величины потенциальных последствий и вероятности этих последствий. При этом могут быть использованы качественные, полуколичественные или количественные измерения.

Качественные подходы обычно основаны на описательной (номинальной) или ранговой (порядковой) шкалах для последствий и вероятностей.

Полуколичественные подходы используются, когда:

- один параметр (обычно вероятность) выражается количественно, а другой описывается или выражается по шкале оценок;

- шкалы делятся на дискретные полосы, границы которых выражаются количественно. Точки на шкале часто устанавливаются в логарифмической зависимости, чтобы соответствовать данным;

- числовые дескрипторы добавляются к точкам шкалы, значения которых описаны качественно.

Использование полуколичественных шкал может привести к неправильной интерпретации, если не существует четкого объяснения основы каких-либо расчетов. Поэтому полуколичественные подходы следует валидировать и использовать с осторожностью.

Количественные подходы используют измерения последствий и вероятностей, которые выражены на числовых шкалах (шкалах соотношений). Если риск анализируется в количественном выражении,

следует обеспечивать, чтобы соответствующие единицы и измерения использовались и переносились в ходе оценки.

Качественные и полуквантитативные техники могут быть использованы только для сравнения рисков с другими рисками, измеренными таким же образом или с критериями, выраженными в тех же терминах. Их нельзя использовать для прямого объединения или обобщения рисков, и их очень трудно использовать в ситуациях, когда существуют как положительные, так и отрицательные последствия или, когда необходимо найти компромисс между рисками.

Когда количественные оценки последствий и их вероятности объединяются в простую продукцию для предоставления величины риска, информация может быть потеряна. В частности, нет различия между рисками с высокими последствиями и низкой вероятностью и рисками с низкими последствиями, которые происходят часто. Чтобы компенсировать это, можно применить весовой коэффициент либо к последствию, либо к вероятности; но его использовать следует с осторожностью.

Риск не всегда может быть адекватно описан или оценен как единая величина, представляющая вероятность наступления конкретного последствия. Примеры, когда это применимо, включают ситуации, в которых:

- последствия лучше всего выражаются как вероятностное распределение последствий;
- событие имеет ряд различных причин и приводит к ряду выходов и возможных воздействий, имеющих серьезные последствия;
- последствия возникают кумулятивно в результате постоянной подверженности источника риска;

– источники риска (такие как системные проблемы) идентифицируемы, но очень трудно установить характер и или вероятность последствий, которые могут возникнуть. (В этом случае оценивание действительной величины риска с точки зрения вероятности и последствий становится невозможной).

Когда риск имеет распределение возможных последствий, то мера риска может быть получена как средневзвешенное значение вероятности последствий (т.е. ожидаемое значение). Однако это не всегда является хорошей мерой риска, поскольку она отражает среднее значение последствия распределения. Это приводит к потере информации о менее вероятных последствиях, которые могут быть серьезными и, следовательно, важными для понимания риска. Техники работы с экстремальными значениями не включены в настоящий стандарт.

Примечание – Математическое ожидание или ожидаемое значение эквивалентно суммированию каждой пары последствие/вероятность в распределении, что эквивалентно использованию среднего значения последствия по распределению.

Примеры количественных метрик величины риска включают:

- ожидаемую частоту возникновения определенного последствия, такого как количество дорожно-транспортных происшествий на тысячу километров по области;
- ожидаемое время между интересующими событиями, например, средняя продолжительность исправного состояния изделия;
- вероятность наступления установленной конечной точки в течение определенного периода подверженности (имеет значение, когда последствия накапливаются в течение период воздействия), например, вероятность заболевания раком в течение жизни в результате подверженности определенной дозы химического вещества;
- ожидаемую величину, такую как ожидаемую прибыль или финансовую выгоду за инвестиционный период, или ожидаемая нагрузка для общественного здравоохранения с точки зрения одного года жизни, скорректированного с учетом нетрудоспособности на миллион человек в год;
- статистику, представляющую форму распределения последствий, таких как дисперсия или нестабильность доходности инвестиций;
- значение на уровне выше или ниже установленного процентиля в распределении последствий;

Пример – Прибыль от проекта, вероятность достижения которой составляет 90 %; или стоимостная оценка риска (VaR) портфеля, которая измеряет потери, которые могут возникнуть в портфеле в течение установленного периода времени с установленной вероятностью.

- экстремальную меру, связанную с распределением последствий, такую как ожидаемые максимальные последствия.

Метрики, основанные на последствиях, такие как максимально допустимые потери или вероятные максимальные потери, главным образом используются, когда трудно определить, какие средства управления могут привести к отказу, или, когда нет достаточных данных для оценки вероятности.

Величина риска зависит от сделанных предположений о наличии и результативности соответствующих средств управления. Практикующие специалисты часто используют такие понятия, как присущий или общий риск (для ситуации, когда предполагается, какие именно средства управления могут привести к отказу) и остаточный или фактический риск для уровня риска, когда предполагается, что средства управления будут функционировать должным образом. Тем не менее, однозначно определить эти понятия сложно, поэтому рекомендуется всегда четко указывать предположения, сделанные в отношении средств управления.

При отражении в отчетности величины риска, как в качественном, так и количественном отношении, следует описать неопределенности, связанные с допущениями и входными и выходными параметрами.

6.3.7.2 Объединение измерений рисков

В некоторых случаях (например, при распределении капитала) может быть полезно объединить значения для набора рисков, чтобы получить единое значение. При условии, что риски характеризуются одним последствием, измеряемым в одних и тех же единицах, например, в денежном выражении, они в принципе могут быть объединены. То есть, их можно объединить только тогда, когда последствия и вероятность выражены количественно, а единицы измерения согласованы и корректны. В некоторых ситуациях мера полезности может быть использована как общая шкала для количественной оценки и объединения последствий, которые измеряются в разных единицах.

При разработке единого консолидированного значения для набора более сложных рисков теряется информация о составляющих рисках. Кроме того, если не соблюдать особую осторожность, консолидированное значение может быть неточным и приведет к неверному толкованию. Все методы объединения рисков в единую величину имеют базовые допущения, которые следует понимать до их применения. Данные следует проанализировать для поиска корреляций и зависимостей, которые будут влиять на объединение рисков. Техники моделирования, используемые для получения совокупного уровня риска, следует подкреплять анализом сценариев и стресс-тестированием.

Если модели включают расчеты с использованием распределений, им следует включать корреляции между этими распределениями соответствующим образом. Если корреляция не учитывается должным образом, результаты будут неточными и могут привести к неверному толкованию. Объединение рисков путем их простого сложения не является надежной основой для принятия решений и может привести к нежелательным результатам. Для объединения распределений можно использовать моделирование по методу Монте-Карло (см. В.5.10).

Качественные или полуколичественные измерения риска не могут быть объединены напрямую. Аналогичным образом можно сделать только общие качественные заявления об относительной результативности средств управления на основе качественных или полуколичественных измерений изменения уровня риска.

Соответствующие данные о различных рисках могут быть обобщены вместе различными способами, чтобы помочь лицам, принимающим решения. Можно провести качественное объединение на основе экспертного мнения, принимая во внимание более подробную информацию о рисках. Сделанные допущения и информация, используемая для проведения качественного объединения риска, следует четко сформулировать.

6.3.7.3 Социальный риск

Если население подвержено риску, то простое объединение индивидуального уровня риска путем умножения на численность населения, подверженного риску, в большинстве случаев неадекватно отражает истинное воздействие последствий. Например, риск гибели человека от такого события, как разрушение плотины, может быть рассмотрен иначе, чем риск того же события, затрагивающего группу людей вместе.

Социальный риск обычно выражается и оценивается в терминах взаимосвязи между частотой возникновения последствий (F) и числом людей, на которых направлены последствия (N). (См. диаграммы $F-N$ в В.8.3).

Техники, которые обеспечивают меру риска, описаны в разделе В.7.

6.4 Пересмотр анализа

6.4.1 Верификация и валидация результатов

Там, где это практически возможно, следует, чтобы результаты анализа были верифицированы и валидированы. Верификация включает выполнение проверки того, что анализ был выполнен корректно. Валидация включает выполнение проверки того, что был проведен правильный анализ для

достижения требуемых целей. В некоторых ситуациях верификация и валидация могут включать процессы независимого анализа.

Валидация может включать:

- проверку соответствия области применения анализа поставленным целям;
- пересмотр всех критических допущений для обеспечения их достоверности в свете доступной информации;
- проверку того, что были использованы соответствующие методы, модели и данные;
- использование нескольких методов, аппроксимаций и анализа чувствительности для проверки и валидации заключений.

Верификация может включать:

- проверку достоверности математических манипуляций и вычислений;
- проверку нечувствительности результатов к способу отображения или представления данных или результатов;
- сравнение результатов с прошлым опытом при наличии данных или путем сравнения с конечными результатами после их появления;
- установление чувствительности результатов к способу отображения или представления данных или результатов, а также идентификацию входных параметров, которые оказывают существенное влияние на результаты оценки;
- сравнение результатов с прошлым или последующим опытом, включая очевидное получение обратной связи с течением времени.

6.4.2 Анализ неопределенности и чувствительности

Следует, чтобы лица, которые проводят анализ риска, понимали неопределенности в анализе и оценивали их воздействия в отношении надежности результатов. Неопределенности и их воздействия всегда следует доводить до сведения лиц, принимающих решения.

Неопределенность в выходах анализа может возникнуть вследствие:

- вариабельности в рассматриваемой системе;
- получения данных из ненадежного источника, их противоречивости или недостаточности, например, при изменении типа собранных данных или методов их сбора;
- появления двусмысленности, например, в способе определения и понимания качественных дескрипторов;
- отображения сложности системы методами анализа ненадлежащим образом;
- сильной зависимости от экспертного мнения или суждения людей;
- отсутствия данных или неспособности организации собрать необходимые данные;
- неспособности данных за прошлые периоды обеспечить надежную основу для прогнозирования будущего вследствие каких-либо изменений в контексте или обстоятельствах;
- существования неопределенностей или аппроксимаций в сделанных допущениях.

Если во время анализа выявляется недостаток надежных данных, следует собрать дополнительные данные, если это практически возможно. Это может включать внедрение новых способов мониторинга. В качестве альтернативы, следует, чтобы процесс анализа был скорректирован с учетом ограничений данных.

Для оценки значимости неопределенностей в данных или в допущениях, лежащих в основе анализа, может быть проведен анализ чувствительности. Анализ чувствительности включает определение относительного изменения результатов, вызванного изменением отдельных входных параметров. Он используется для идентификации данных, которые должны быть точными, а также тех данных, которые менее чувствительны и, следовательно, меньше воздействуют на общую точность. Параметры, к которым чувствителен анализ, и степень чувствительности следует указывать в установленном порядке.

Параметры, которые являются критически важными для оценки и которые подлежат изменению, следует идентифицировать для осуществляемого мониторинга с целью актуализации оценки риска и, при необходимости, пересмотра решений.

6.4.3 Мониторинг и пересмотр

Мониторинг используется для:

- сравнения фактических выходов с результатами, прогнозируемыми оценкой риска, и, следовательно, улучшения будущих оценок;

- обнаружения событий-предшественников и ранних индикаторов потенциальных последствий, которые были идентифицированы в ходе оценки;
- сбора данных, необходимых для надлежащего понимания риска;
- анализа относительно возникновения новых рисков и неожиданных изменений, которые могут указывать на необходимость обновления методов оценки.

Если в ходе анализа чувствительности определяются параметры, имеющие особое значение для выходов анализа, следует также их учитывать для мониторинга.

Оценки следует периодически пересматривать для идентификации произошедших изменений, включая изменения в контексте или допущениях, и доступной новой информации или новых доступных методов.

6.5 Применение результатов для поддержки решений

6.5.1 Общее описание

Выходы анализа рисков предоставляют входы для принятия решений и осуществления действий.

Примечание – Понимание риска может задать направление действий даже в тех случаях, когда конкретный процесс принятия решений не введен в действие.

Факторы, которые следует учитывать при принятии решений, и любые установленные критерии следует определять, как часть формирования контекста для оценки (см. 6.1.6).

Можно выделить два типа решений:

- решения о значимости риска, а также о необходимости и способе обработки риска;
- решения, включающие сравнение вариантов, каждый из которых имеет неопределенности (например, какую из нескольких возможностей использовать).

6.5.2 Решения о значимости риска

Информация, полученная в результате идентификации и анализа рисков, может быть использована для формулировки заключений о принятии риска и о сравнительной значимости риска по отношению к целям и пороговым значениям пригодности организации. Таким образом, можно получить входные данные для принятия решений о том, является ли риск приемлемым или требует обработки, а также о любых преимуществах такой обработки рисков.

Некоторые риски могут быть приняты на определенный промежуток времени (например, для выделения времени для фактической реализации обработки рисков). Следует, чтобы специалист по оценке четко представлял себе механизмы временного принятия рисков и процесс, который будет использоваться для последующего повторного рассмотрения.

Приоритеты обработки рисков, мониторинга или более подробного анализа часто основаны на величине риска, которая представляет собой комбинацию репрезентативного последствия и его вероятности, и отображаются с использованием матрицы последствий/вероятностей (В.10.3). Такой метод имеет некоторые ограничения (см. В.10.3.5 и 6.3.7.1). Факторы, помимо величины риска, которые могут быть приняты во внимание при определении приоритетов, включают:

- другие измерения, связанные с риском, такие как максимальные или ожидаемые последствия, или результативность средств управления;
- качественные характеристики событий или их возможные последствия;
- суждения и восприятия заинтересованных сторон;
- целесообразность и затраты на дальнейшую обработку по сравнению с полученным улучшением;
- взаимодействие между рисками, включая воздействие обработки рисков на другие риски.

После проведенной оценки рисков и определения методов обработки, можно повторить процесс оценки риска для проверки того, что предлагаемые методы обработки не создали дополнительных неблагоприятных рисков, и что оставшийся после обработки риск находится в пределах склонности организации к риску.

Техники оценивания значимости риска описаны в разделе В.8.

6.5.3 Решения, предполагающие выбор между вариантами

Выбор между вариантами обычно включает определение потенциальных преимуществ и недостатков каждого варианта с учетом неопределенностей, включая:

- неопределенности, связанные с потенциальными выходами возможных вариантов и оценками затрат и выгод;
- потенциальные события и разработки, которые могут повлиять на выходы;

- меняющееся значение, которое придают затратам и выгодам различные заинтересованные стороны;

- неопределенность в отношении суждений, сделанных на основе результатов анализа рисков, включая соображения касательно неизменности целей и критериев в будущем.

Решения данного типа часто принимаются с использованием экспертного суждения, основанного на понимании анализа соответствующих вариантов и риска, связанного с каждым из них, учитывая:

- компромиссы, которые, возможно, необходимо будет принять между конкурирующими целями;
- склонность организации к риску;
- различные установки и убеждения заинтересованных сторон.

Техники, которые можно использовать при сравнении вариантов, связанных с неопределенностью, описаны в разделе В.9.

6.6 Записи и отчетность по процессу оценки рисков и конечным выходам

Следует, чтобы были задокументированы результаты оценки риска, использованные методологии и обоснование допущений и любых рекомендаций, а также принятие решения о том, какую информацию необходимо предоставлять и кому. Следует определить порядок пересмотра и обновления записей.

Предназначение записей состоит в следующем:

- передача информации о риске лицам, принимающим решения, и другим заинтересованным сторонам, включая регулирующие органы;
- предоставление записи и обоснования принятых решений;
- сохранение результатов оценки для использования в будущем и в качестве справочных материалов;
- отслеживание пригодности и трендов;
- предоставление надлежащего понимания и соответствующего менеджмента рисков;
- обеспечение верификации оценки;
- предоставление маршрута аудита.

Из этого следует, что любую документацию или записи следует предоставлять своевременно и в той форме, которая будет понятна тем, кто будет их читать. Следует, чтобы документы также обеспечивали необходимую техническую глубину для валидации и достаточную степень детализации для сохранения оценки для будущего использования. Предоставляемой информации следует быть достаточной для обеспечения проведения пересмотра и валидации, как выполняемых процессов, так и конечных выходов. Следует, чтобы сделанные допущения, ограничения в данных или методах, а также причины любых рекомендаций были ясными.

Риск следует выражать в понятных терминах, а единицы, в которых выражаются количественные измерения, были четкими и правильными.

Лицам, представляющим результаты, следует охарактеризовать свою уверенность или уверенность своей команды в точности и полноте результатов. Следует адекватно предоставлять информацию о неопределенности, чтобы отчет не предполагал уровень достоверности, выходящий за рамки реальности.

Техники ведения записей и составления отчетности описаны в разделе В.10.

7 Выбор техник оценки рисков

7.1 Общие положения

В разделе 7 описаны факторы, которые необходимо учитывать при выборе техники или методов для конкретного предназначения. В приложениях А и В перечислены и дополнительно разъясняются некоторые часто используемые техники. Они содержат описание характеристик каждой техники и возможного диапазон ее применения, а также присущие ей преимущества и недостатки.

Многие из техник, описанных в настоящем стандарте, изначально были разработаны для конкретных отраслей промышленности, стремящихся управлять определенными типами нежелательных конечных выходов. Некоторые из техник похожи, но используют разную терминологию, отражающую их независимое развертывание для аналогичных предназначений в разных секторах. Со временем применение многих техник расширилось, например, оценка риска не только в области инженерно-технического применения, но и финансовых или управленческих областях, или рассмотрение не только положительных, но и отрицательных выходов. Появились новые техники, а старые были адаптированы к новым условиям. Техники и области их применения продолжают развиваться. Существует потенциал

для углубленного понимания риска, используя техники, выходя за пределы их первоначальной области применения. Поэтому в приложениях А и В указаны характеристики техник, которые могут использоваться для определения диапазона обстоятельств, к которым они могут быть применены.

7.2 Выбор техник

Следует, чтобы выбор техники и способ его применения был адаптирован к контексту и использованию и предоставлял информацию о типе и форме, необходимых заинтересованным сторонам. В целом, количество и тип выбранных техник следует, чтобы соответствовали значимости решения и учитывали ограничения по времени и другим ресурсам, а также альтернативные издержки.

При принятии решения о целесообразности качественного или количественного метода, главными критериями, которые следует учитывать, является форма выхода, наиболее применимого заинтересованными сторонами, а также доступность и надежность данных. Количественные техники обычно требуют данных высокого качества, если необходимо получить значимые результаты. Однако в некоторых случаях, когда данных недостаточно, точность, необходимая для применения количественной техники, может обеспечить более лучшее понимание риска, даже если результат вычисления может быть неопределенным.

Как правило, существует выбор техник, соответствующих конкретным обстоятельствам. Возможно, необходимо рассмотреть несколько техник, а применение более чем одной техники может иногда дать полезное дополнительное понимание. По мере получения дополнительной информации могут применяться разные техники [2].

Поэтому при выборе техники или методов следует учитывать следующее:

- предназначение оценки;
- потребности заинтересованных сторон;
- любые правовые, нормативные и контрактные требования;
- условия ведения деятельности и сценарий;
- важность решения (например, последствия принятия неправильного решения);
- любые определенные критерии принятия решения и их форма;
- время, имеющееся до принятия решения;
- информацию, которая доступна или может быть получена;
- сложность ситуации;
- имеющийся опыт или опыт, который можно получить.

Характеристики техник, относящихся к данным требованиям, перечислены в таблице А.1. В таблице А.2 приведен список техник, классифицированных в соответствии с данными характеристиками.

По мере увлечения степени неопределенности, сложности и неоднозначности контекста возрастет потребность в консультациях с более широкой группой заинтересованных сторон, что влияет на объединение выбранных техник.

Примечание – Например, в IEC TR 63039:2016 [50] содержится руководство по использованию техник ETA, FTA и цепей Маркова взаимодополняющим образом, чтобы комбинированное использование было результативным способом анализа риска сложных систем.

Некоторые из техник, описанных в настоящем стандарте, могут применяться на шагах процесса менеджмента рисков согласно ISO 31000 в дополнение к их использованию в оценке рисков. Применение техник к процессу менеджмента рисков представлено на рисунке А.1. Таблица А.3 отображает их применение конкретно для оценки.

Приложение В содержит обзор каждой техники, ее применения, входов и выходов, преимущества и недостатки и, в соответствующих случаях, ссылку на источники дополнительной информации. Приложение В содержит классификацию техник в соответствии с их основным применением при оценке риска, а именно:

- сбор мнений заинтересованных сторон и экспертов (раздел В.1);
- идентификация риска (раздел В.2);
- определение источников, причин и факторов риска (раздел В.3);
- анализ существующих средств управления (раздел В.4);
- понимание последствий и вероятности (раздел В.5);
- анализ зависимостей и взаимодействий (раздел В.6);
- обеспечение измерений риска (раздел В.7);
- оценка значимости риска (раздел В.8);
- выбор между вариантами (раздел В.9);

– ведение записей и составление отчетности (раздел В.10).

Внутри каждой группы техники располагаются в алфавитном порядке, а не в порядке значимости.

Большинство техник в приложении В предполагают наличие возможности идентификации рисков или источников риска. Существуют также техники, которые можно использовать для косвенной оценки остаточного риска с учетом существующих средств управления и требований (см., например, ІЕС 61508 [36]).

Хотя в настоящем стандарте обсуждаются и приводятся примеры техник, описанные техники не являются исчерпывающими, и не дается никаких рекомендаций относительно результативности той или иной техники при каких-либо определенных обстоятельствах. Следует проявлять осторожность при выборе любой техники, чтобы обеспечить ее соответствие, надежность и результативность в определенных обстоятельствах.

Приложение А (справочное)

Категоризация техник

А.1 Введение в категоризацию техник

В таблице А.1 приведены характеристики техник, которые могут быть применены для выбора используемой техники или техник.

Таблица А.1 – Характеристики техник

Характеристика	Описание	Детали (например, индикаторы характеристик)
Практическое применение	Как техника используется в оценке риска (см. названия разделов В.1–В.10)	Сбор мнений, идентификация, анализ причин, анализ средств управления и т.д.
Область применения	Применяется к риску на организационном уровне, уровне отдела или проекта, или на уровне отдельных процессов или оборудования	Организация (орг.) Проект/отдел (отд.) Оборудование/процесса (оборуд./проц.)
Временной горизонт	Рассматривает краткосрочный, среднесрочный или долгосрочный риск или применим к любому временному горизонту	Краткосрочный, среднесрочный, долгосрочный, любой
Уровень принятия решений	Применяется к риску на стратегическом, тактическом или операционном уровне	Стратегический (1), тактический (2), операционный (3)
Исходная информация/необходимые данные	Уровень исходной информации или необходимых данных	Высокий, средний, низкий
Опыт специалиста	Уровень опыта, требуемый для правильного использования	Низкий: интуитивно понятный или подготовка, длящегося один-два дня Средний: курс подготовки более двух дней Высокий: требует основательной подготовки или опыта специалиста
Качественный – количественный	Является ли метод качественным, полуколичественным или количественным	Количественный (колич.) Качественный (кач.) Полуколичественный (полуколич.) Может быть качественным или количественным (как тем, так и другим)
Усилия по применению	Время и затраты, требуемые для применения техники	Высокие, средние, низкие

А.2 Применение категоризации техник

В таблице А.2 приведен ряд техник, классифицированных в соответствии с данными характеристиками. Описанные техники представляют собой структурированные способы рассмотрения проблемы, которые были признаны полезными в определенных контекстах. Данный перечень не является исчерпывающим, но охватывает ряд часто используемых техник из различных отраслей. Для простоты техники перечислены в алфавитном порядке без какого-либо приоритета.

Каждая техника более подробно описана в приложении В, ссылка на которое дается в колонке 1 таблицы А.2.

Таблица А.2 – Техники и индикаторы характеристик

Подраздел	Техника	Описание	Практическое применение	Область применения	Временной горизонт	Уровень принятия решений	Исходная информация/необходимые данные	Опыт специалиста	Кач./колич./полуколич.	Усилия по применению
В.8.2	ALARP/SFAIRP	Критерии для определения значимости риска и средства оценивания допустимости риска	Оценка риска	1	Любой	1/2	Высокий	Высокий	Кач./колич.	Высокий
В.10.4	S-образные кривые	Средства отображения взаимосвязи между последствиями и их вероятностью, отображаемое в виде интегральной функции распределения (S-образная кривая)	Отображение риска Оценка риска	Любой	Любой	2/3	Средний/высокий	Умеренный/высокий	Колич./полуколич.	Средний
В.4.2	Анализ «галстук-бабочка»	Диаграммный способ описания маршрутов от источников риска к выходам и анализ средств управления	Анализ риска Анализ средств управления Описание риска	2/3	Короткий/средний	Любой	Низкий	Низкий/средний	Кач./полуколич.	Низкий
В.2.3	Анализ видов и последствий (и критичности) отказов FME(C)A	Рассмотрение способов отказа каждого компонента системы, а также причин и последствий отказа. После FMEA может быть выполнен анализ критичности, который определяет значимость каждого вида отказа (FMECA)	Идентификация рисков	2/3	Любой	2/3	Зависит от применения	Умеренный	Кач./полуколич./колич.	Низкий/высокий

Подраздел	Техника	Описание	Практическое применение	Область применения	Временной горизонт	Уровень принятия решений	Исходная информация/необходимые данные	Опыт специалиста	Кач./колич./полуколич.	Усилия по применению
В.5.4	Анализ воздействия на бизнес	ВИА анализирует процессы последствия разрушительного инцидента для организации, что определяет приоритеты восстановления продукции и услуг организации и, таким образом, приоритеты деятельности и ресурсов, которые их обеспечивают	Анализ последствий Анализ средств управления	1	Короткий/средний	2	Средний	Низкий	Колич./кач.	Средний
В.5.11	Анализ воздействия на конфиденциальность (PIA) / анализ воздействия на защиту данных (DPIA)	Анализ того, как инциденты и события могут повлиять на частную жизнь человека (PI), а также идентификация и количественная оценка возможностей, необходимых для управления	Анализ источников риска Анализ последствий	Любой	Любой	1/2	Средний	Умеренный/высокий	Кач.	Средний
В.5.7	Анализ дерева отказов (FTA)	Анализ причин события, на которое нацелено внимание, используя булеву логику для описания комбинаций отказов. Вариации включают в себя дерево успеха, где желаемым событием является высшее событие, и дерево причин, используемое для исследования прошлых событий	Анализ вероятности Анализ причин	2/3	Средний	2/3	Высокий для количественного анализа	Зависит от сложности	Кач./колич.	Средний/высокий

Продолжение таблицы А.2

Подраздел	Техника	Описание	Практическое применение	Область применения	Временной горизонт	Уровень принятия решений	Исходная информация/необходимые данные	Опыт специалиста	Кач./колич./полуколич.	Усилия по применению
В.9.3	Анализ дерева решений	Использование древовидного представления или модели принятия решений и их возможных последствий. Выходы обычно выражают в денежных единицах или в терминах полезности. Альтернативным представлением дерева решений является диаграмма влияния (см. В.5.3)	Сравнение вариантов	Любой	Любой	2	Низкий/средний	Умеренный	Колич.	Средний
В.5.6	Анализ дерева событий (ETA)	Моделирование возможные выходов от заданного иницирующего события и состояния средств управления, анализируя таким образом частоту или вероятность различных возможных выходов	Анализ последствий и средств управления	2/3	Любой	Любой	Низкий/средний	Умеренный	Кач./колич.	Средний
В.9.2	Анализ затрат и выгод	Использование денег как шкалы для оценивания положительных и отрицательных, материальных и нематериальных последствий различных вариантов	Сравнение вариантов	Любой	Короткий/средний	Любой	Средний/высокий	Умеренный/высокий	Колич.	Средний/высокий
В.3.3	Анализ Исикавы (диаграмма рыбьей кости)	Идентификация сопутствующих факторов для определенных выходов (желаемых или нежелательных). Сопутствующие факторы обычно подразделяются на заранее определенные категории и отображаются в виде древовидной структуры или диаграммы «рыбья кость»	Анализ источников риска	Любой	Любой	Любой	Низкий	Низкий/средний	Кач.	Низкий

Продолжение таблицы А.2

Подраздел	Техника	Описание	Практическое применение	Область применения	Временной горизонт	Уровень принятия решений	Исходная информация/необходимые данные	Опыт специалиста	Кач./колич./полуколич.	Усилия по применению
В.5.9	Анализ Маркова	Вычисление вероятности того, что система, которая может быть в одном из состояний, будет находиться в определенном состоянии в момент времени t в будущем	Анализ вероятности	3	Любой	2/3	Средний/высокий	Высокий	Колич.	Средний
В.5.10	Анализ методом Монте-Карло	Вычисление вероятности выходов путем проведения множественных моделирований с использованием случайных переменных	Анализ вероятности	Любой	Любой	Любой	Средний	Высокий	Колич.	Средний/высокий
В.5.8	Анализ надежности человеческого фактора (HRA)	Набор техник для идентификации потенциальной человеческой ошибки и оценивания вероятности отказа	Анализ риска и источников риска	2/3	Любой	2/3	Средний	Высокий	Кач./колич.	От среднего до высокого
В.4.3	Анализ опасностей и критических контрольных точек (НАССР)	Анализ снижения риска, которое может быть достигнуто с помощью различных уровней защиты	Анализ средств управления Мониторинг	2/3	Короткий/средний	2/3	Средний	Умеренный	Кач.	Средний
В.5.5	Анализ причины и последствия	Комбинация анализа дерева неисправностей и дерева событий, которая позволяет включать временные задержки. Рассматриваются как причины, так и последствия инициирующего события	Анализ причин и последствий	2/3	Любой	2/3	Средний/высокий	Умеренный/высокий	Колич.	Средний/высокий
В.2.5	Анализ сценариев	Идентификация возможных будущих сценариев посредством мысленных образов, экстраполяции из настоящего или моделирования. Затем рассмотрение риска для каждого из этих сценариев	Идентификация риска, анализ последствий	Любой	Средний или длинный	Любой	Низкий/средний	Умеренный	Кач.	Низкий/средний

Продолжение таблицы А.2

Подраздел	Техника	Описание	Практическое применение	Область применения	Временной горизонт	Уровень принятия решений	Исходная информация/необходимые данные	Опыт специалиста	Кач./колич./полуколич.	Усилия по применению
В.4.4	Анализ уровней защиты	Анализ снижения риска, которое может быть достигнуто с помощью различных уровней защиты	Анализ средств управления	3	Любой	2/3	Средний	Умеренный/высокий	Кач./колич.	Средний/высокий
В.5.2	Анализа Байеса	Средство сделать выводов о параметрах модели, используя теорему Байеса, с помощью которой можно включить эмпирические данные в предварительные суждения о вероятностях	Анализ вероятности	Любой	Любой	Любой	Средний	Высокий	Колич.	Средний
В.8.4	Диаграммы Парето	Принцип Парето (правило 80-20) гласит, что для многих событий примерно 80 % воздействий связано с 20 % причин	Установление приоритетов	Любой	Любой	Любой	Средний	Умеренный	Полуколич./колич.	Низкий
В.8.3	Диаграммы частота/число (F-N)	Частный случай количественного графика последствие/вероятность, применяемого при рассмотрении допустимости риска для жизни человека	Оценка риска	1	Любой	Любой	Высокий	Высокий	Колич.	Высокий
В.1.5	Интервью	Структурированные или полуструктурированные индивидуальные беседы для сбора мнений	Сбор мнений	Любой	Любой	Любой	Отсутствует	Умеренный	Кач.	Высокий
В.2.4	Исследование опасности и работоспособности (HAZOP)	Структурированное и систематическое исследование запланированного или существующего процесса или операционной деятельности с целью идентификации и оценки проблем, которые могут представлять риск для персонала или оборудования или препятствовать результативной работе	Идентификация и анализ рисков	3	Средний/длинный	2/3	Средний	модератор: высокий, участники: умеренный	Кач.	Средний/высокий

Подраздел	Техника	Описание	Практическое применение	Область применения	Временной горизонт	Уровень принятия решений	Исходная информация/необходимые данные	Опыт специалиста	Кач./колич./полуколич.	Усилия по применению
В.6.2	Кросс-факторный анализ	Оценки изменений вероятности возникновения заданного набора событий по фактическому возникновению одного из них	Анализ вероятности и причины	Любой	Короткий/средний	Любой	От низкого до высокого	Умеренный/высокий	Колич.	Средний/высокий
В.10.3	Матрица последствий/вероятности	Сравнение отдельных рисков, посредством выбора пары последствия/вероятность и отображая их на матрице с последствиями на одной оси, а вероятностью - на другой	Отчетность об оценке рисков	Любой	Любой	Любой	Средний	Низкий для использования, умеренный для разработки	Кач./полуколич./колич.	Низкий
В.1.3	Метод Дельфи	Сбор суждений с помощью набора последовательных анкет. Люди участвуют индивидуально, но после каждого набора вопросов получают обратную связь по ответам других	Сбор мнений	Любой	Любой	Любой	Отсутствует	Умеренный	Кач.	Средний
В.9.5	Многокритериальный анализ (МСА)	Сравнение вариантов таким образом, что компромиссы становятся явными. Предоставление альтернативы анализу затрат/выгод, который не требует присвоения денежного эквивалента всем входам	Выбор между вариантами	Любой	Любой	Любой	Низкий	Умеренный	Кач.	Низкий/средний
В.1.2	Мозговой штурм	Техника, используемая на семинарах для стимулирования образного мышления	Сбор мнений	Любой	Любой	Любой	Отсутствует	Низкий/средний	Кач.	Низкий
В.1.6	Опросы	Бумажные или компьютерные анкеты для сбора мнений	Сбор мнений	Любой	Средний/длинный	2/3	Низкий	Умеренный	Кач.	Высокий

Продолжение таблицы А.2

Подраздел	Техника	Описание	Практическое применение	Область применения	Временной горизонт	Уровень принятия решений	Исходная информация/необходимые данные	Опыт специалиста	Кач./колич./полуколич.	Усилия по применению
В.7.1	Оценка токсикологического риска	Ряд шагов, предпринятых для определения меры риска для человека или экологических систем в результате воздействия химических веществ	Мера риска	3	Средний/длинный	2/3	Высокий	Высокий	Колич.	Высокий
В.3.2	Подход на основе синдиники	Рассмотрение целей, ценностей, правил, данных и моделей заинтересованных сторон и идентификация несоответствий, неоднозначностей, упущений и недостатков знаний. Формирование системных источников и определяющих факторов риска	Идентификация определяющих факторов риска	1/2	Короткий или средний	1	Низкий	Умеренный	Кач.	Высокий
В.8.6	Показатели риска	Определение значимости рисков на основе рейтингов, применяемых к факторам, которые, как считается, влияют на величину риска	Сравнение рисков	Любой	Любой	Любой	Средний	Низкий для использования, умеренный для разработки	Полуколич.	Низкий
В.6.1	Причинное картирование	Сетевая диаграмма, представляющая события, причины и воздействия и их взаимосвязи	Анализ причин	2/3	Любой	2/3	Средний	Умеренный	Кач.	Средний
В.10.2	Реестры рисков	Средства регистрации информации о рисках и отслеживания действий	Документирование рисков и отчетность по рискам Мониторинг и анализ	Любой	Любой	Любой	Низкий/средний	Низкий/средний	Кач.	Средний

Подраздел	Техника	Описание	Практическое применение	Область применения	Временной горизонт	Уровень принятия решений	Исходная информация/необходимые данные	Опыт специалиста	Кач./колич./полуколич.	Усилия по применению
В.5.3	Сети Байеса/ Диаграммы влияния	Графическая модель переменных и их причинно-следственных связей, выраженных с использованием вероятностей. Базовая сеть Байеса имеет переменные, представляющие неопределенности. Расширенная версия, известная как диаграмма влияния, включает переменные, представляющие неопределенность, последствия и действия	Идентификация риска Оценивание риска Выбор между вариантами	Любой	Любой	Любой	Средний	Высокий	Колич.	Средний/высокий
В.7.2	Стоимостная оценка риска (VaR)	Финансовая мера риска, которая использует предполагаемое случайное распределение потерь в условиях стабильного рынка для расчета значения убытков, которые могут произойти с определенной вероятностью в течение определенного промежутка времени	Мера риска	Любой	Короткий/средний	3	Высокий	Высокий	Колич.	Средний
В.2.6	Структурированный метод «Что, если...?» (SWIFT)	Более простая форма HAZOP с детализирующими вопросами «что если» для идентификации отклонений от ожидаемого	Идентификация риска	1/2	Средний/длинный	1/2	Средний	Низкий/средний	Кач.	Низкий/средний
В.9.4	Теория игр	Изучение принятия стратегических решений для моделирования воздействия решений различных игроков, участвующих в игре. Примером области применения может быть ценообразование на основе риска	Выбор между вариантами	1	Средний	1/2	Высокий	Высокий	Колич.	Средний/высокий

Окончание таблицы А.2

Подраздел	Техника	Описание	Практическое применение	Область применения	Временной горизонт	Уровень принятия решений	Исходная информация/необходимые данные	Опыт специалиста	Кач./колич./полуколич.	Усилия по применению
В.1.4	Техника номинальных групп	Техника сбора мнений от группы людей, в которой отдельные лица сначала не взаимодействуют друг с другом, а затем обсуждают идеи в группе	Сбор мнений	Любой	Любой	Любой	Отсутствует	Низкий	Кач.	Средний
В.8.5	Техническое обслуживание, направленное на обеспечение надежности (RCM)	Оценка на основе риска, используемая для идентификации соответствующих задач по техническому обслуживанию системы и ее компонентов	Оценка риска Принятие решений относительно средств управления	2/3	Средний	2/3	Средний	Высокая для модератора, умеренная для использования	Кач./полуколич./колич.	Средний/высокий
В.7.3	Условная стоимостная оценка риска (CVaR)	Также называется ожидаемыми потерями (ES) и является мерой ожидаемых потерь в финансовом портфеле в % наихудших случаев	Мера риска	Любой	Короткий/средний	3	Высокий	Высокий	Колич.	Средний
В.2.2	Чек-листы, классификации и таксономии	Перечни, основанные на опыте или на концепциях и моделях, которые могут быть использованы для помощи в идентификации рисков или средств управления	Идентификация рисков и средств управления	2/3	Любой	Любой	Высокий для разработки, низкий для использования	Низкий/средний	Кач.	Низкий/средний

А.3 Использование техник во время процесса согласно ISO 31000

В таблице А.3 перечислена степень применимости каждой техники на различных этапах оценки риска, а именно: идентификация риска, анализ риска и оценивание риска. Некоторые из техник также используются и на других шагах процесса. Это показано на рисунке А.1.

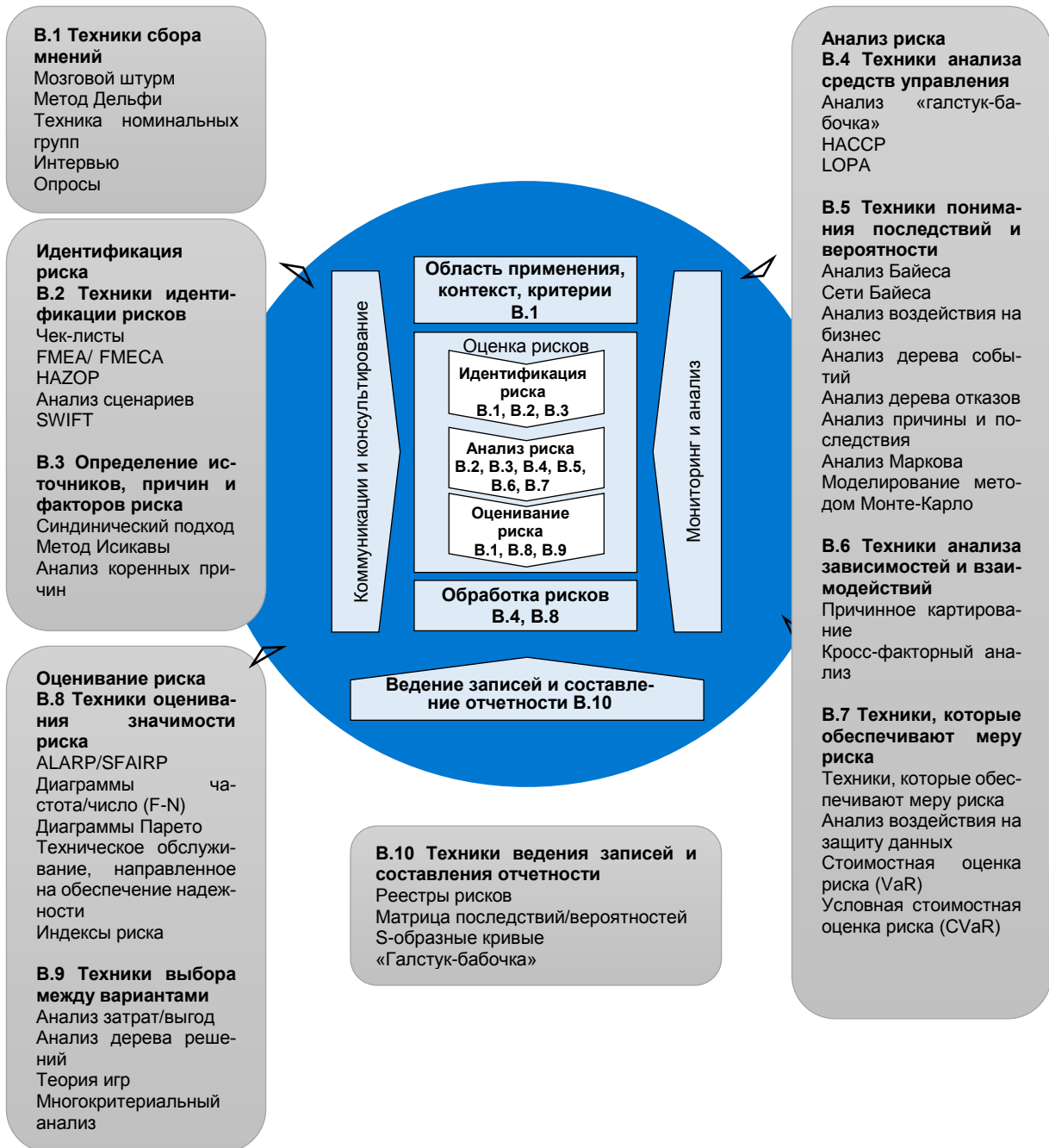


Рисунок А.1 – Применение техник в процессе менеджмента рисков согласно ISO 31000 [3]

Примечание – Рисунок А.1 представляет собой общий обзор и не является исчерпывающим перечнем всех техник, которые могут быть использованы на каждом этапе.

Таблица А.3 – Применимость техник к процессам согласно ISO 31000

Инструменты и техники	Процесс оценки риска					Подраздел
	Идентификация рисков	Анализ рисков			Оценивание рисков	
		Последствие	Вероятность	Уровень риска		
ALARP, ALARA и SFAIRP	NA	NA	NA	NA	SA	B.8.2
Анализ Байеса	NA	NA	SA	NA	NA	B.5.2
Сети Байеса	NA	NA	SA	NA	SA	B.5.3
Анализ «галстук-бабочка»	A	SA	A	A	A	B.4.2
Мозговой штурм	SA	A	NA	NA	NA	B.1.2
Анализ воздействия на бизнес	A	SA	NA	NA	NA	B.5.4
Причинное картирование	A	A	NA	NA	NA	B.6.1
Анализ причины и последствия	A	SA	SA	A	A	B.5.5
Чек-листы, классификации и таксономии	SA	NA	NA	NA	NA	B.2.2
Подход на основе синдиники	SA	NA	NA	NA	NA	B.3.2
Матрица последствий/вероятности	NA	A	A	SA	A	B.10.3
Анализ затрат и выгод	NA	SA	NA	NA	SA	B.9.2
Кросс-факторный анализ	NA	NA	SA	NA	NA	B.6.2
Анализ дерева решений	NA	SA	SA	A	A	B.9.3
Метод Дельфи	SA	NA	NA	NA	NA	B.1.3
Анализ дерева событий	NA	SA	A	A	A	B.5.6
Анализ видов и последствий отказов	SA	SA	NA	NA	NA	B.2.3
Анализ видов и последствий и критичности отказов	SA	SA	SA	SA	SA	B.2.3
Анализ дерева отказов	A	NA	SA	A	A	B.5.7
Диаграммы F-N	A	SA	SA	A	SA	B.8.3
Теория игр	A	SA	NA	NA	SA	B.9.4
Исследование опасности и работоспособности (HAZOP)	SA	A	NA	NA	NA	B.2.4
Анализ опасностей и критических контрольных точек (НАССР)	SA	SA	NA	NA	SA	B.4.3
Анализ надежности человеческого фактора	SA	SA	SA	SA	A	B.5.8
Диаграмма Исикавы («рыбья кость»)	SA	A	NA	NA	NA	B.3.3
Анализ уровня защиты (LOPA)	A	SA	A	A	NA	B.4.4
Анализ Маркова	A	A	SA	NA	NA	B.5.9
Моделирование методом Монте-Карло	NA	A	A	A	SA	B.5.10
Многокритериальный анализ (МСА)	A	NA	NA	NA	SA	B.9.5
Техника номинальных групп	SA	A	A	NA	NA	B.1.4
Диаграммы Парето	NA	A	A	A	SA	B.8.4

Окончание таблицы А.3

Инструменты и техники	Процесс оценки риска					Подраздел
	Идентификация рисков	Анализ рисков			Оценивание рисков	
		Последствие	Вероятность	Уровень риска		
Анализ воздействия на конфиденциальность (PIA)/анализ воздействия на защиту данных (DPIA)	A	SA	A	A	SA	B.5.11
Техническое обслуживание, направленное на обеспечение надежности	A	A	A	A	SA	B.8.5
Показатели риска	NA	SA	SA	A	SA	B.8.6
S-образные кривые	NA	A	A	SA	SA	B.10.4
Анализ сценариев	SA	SA	A	A	A	B.2.5
Структурированные или полуструктурированные интервью	SA	NA	NA	NA	NA	B.1.5
Структурированный метод «Что, если...?» (SWIFT)	SA	SA	A	A	A	B.2.6
Опросы	SA	NA	NA	NA	NA	B.1.6
Оценка токсикологического риска	SA	SA	SA	SA	SA	B.7.1
Стоимостная оценка риска (VaR)	NA	A	A	SA	SA	B.7.2

A – применимо; SA – строго применимо; NA – не применимо.

Приложение В (справочное)

Описание техник

В.1 Техники сбора мнений от заинтересованных сторон и экспертов

В.1.1 Общие положения

Некоторые из техник, описанных в разделах В.2–В.7, предполагают получение входов от заинтересованных сторон и экспертов. Это обеспечивает широту экспертных знаний и позволяет вовлекать заинтересованные стороны. Мнения заинтересованных сторон и экспертов могут быть получены на индивидуальной основе (например, посредством интервью или опроса) или с использованием групповых техник, таких как мозговой штурм, номинальные группы или техника Дельфи. Мнения могут включать в себя раскрытие информации, выражение точек зрения или творческих идей. В разделе В.1 описаны некоторые техники, которые могут быть использованы для получения информации или достижения консенсуса.

В некоторых ситуациях заинтересованные стороны обладают определенным опытом и ролью, и расхождения во мнениях незначительны. Тем не менее, иногда можно ожидать, что мнения заинтересованных сторон будут существенно различаться, и могут существовать силовые структуры и другие факторы, влияющие на взаимодействие людей. Данные факторы будут влиять на выбор используемого метода. Количество заинтересованных сторон, с которыми проводятся консультации, временные ограничения и практические вопросы сбора всех необходимых людей в одном месте одновременно также будут влиять на выбор метода.

Если используется групповой метод «лицо к лицу» (личное интервью), то для достижения надлежащих выходов важен опытный и квалифицированный модератор. Роль модератора или координатора заключается в:

- формировании команды;
- получении и распространении соответствующей информации и данных до проведения встреч/организации сотрудничества;
- подготовке результативной структуры и формата встречи/сотрудничества;
- стимулировании творческого мышления для укрепления понимания и формирования идей;
- обеспечении того, что результаты точны и максимально беспристрастны.

Чек-листы, полученные на основе классификаций и таксономий, могут использоваться как часть процесса (см. В.2.2).

Любая техника получения информации, основанная на восприятии и мнении людей, потенциально может быть ненадежной и иметь различные ошибки, такие как эффект доступности (тенденция переоценивать вероятность того, что только что произошло), иллюзия кластеризации (тенденция переоценивать важность небольших кластеров в большой выборке) или эффект присоединения к большинству (тенденция делать или верить в вещи, потому что другие люди делают или верят в то же самое).

Руководство по функциональному анализу, который может быть использован для уменьшения ошибок и сосредоточения творческого мышления на аспектах, которые оказывают наибольшее воздействие, дано в EN 12973 [4].

Следует, чтобы информация, на которой основывались суждения, и любые сделанные допущения была представлена в отчете.

В.1.2 Мозговой штурм

В.1.2.1 Общее описание

Мозговой штурм – это процесс, используемый для стимулирования и поощрения группы людей к развитию идей, связанных с одной или несколькими темами любого характера. Термин «мозговой штурм» часто используется в широком смысле для обозначения любого типа группового обсуждения, но результативный «мозговой штурм» требует сознательных усилий, чтобы гарантировать, что мысли других людей в группе используются в качестве инструментов, стимулирующих творческий потенциал каждого участника. Любой анализ или критика идей проводится отдельно от мозгового штурма.

Данная техника дает наилучшие результаты при наличии опытного модератора, который может обеспечить необходимую стимуляцию, но не ограничивает мышление. Модератор стимулирует группу охватить все области, имеющие отношение к вопросу, и обеспечивает получение идей в ходе процесса для последующего анализа.

Техника «мозгового штурма» может быть структурированной или неструктурированной. Для структурированного мозгового штурма модератор разбивает вопрос, подлежащий обсуждению, на разделы и использует готовые подсказки для генерирования идей по новой теме, когда другая уже исчерпана. Неструктурированный мозговой штурм часто менее формален. В обоих случаях модератор запускает ход рассуждений, и каждый генерирует идеи. Темп удерживается на должном уровне, чтобы идеи могли развить нестандартное мышление. Модератор может предложить новое направление или применить другой инструмент творческого мышления, когда одно направление мышления исчерпано или обсуждение отклоняется слишком далеко. Цель состоит в том, чтобы собрать как можно больше разнообразных идей для последующего анализа.

Было продемонстрировано, что на практике группы генерируют меньше идей, чем те же люди, работающие индивидуально. Например:

- идеи людей в группе имеют тенденцию сходиться в одной точке, а не развиваться;
- задержка в ожидании очереди высказаться, блокирует идеи;
- умственная работа людей в группе, как правило, менее интенсивна. Такие тенденции могут быть сокращены путем:
 - предоставления людям возможности работать в одиночку в течение некоторого времени;
 - диверсификации команд и изменения состава команды;
 - сочетания с такими техниками, как техника номинальных групп (В.1.4) или электронного мозгового штурма. Такие техники предлагают в большей степени индивидуальное участие и могут быть организованы таким образом, чтобы быть анонимными, при этом также можно избежать возникновения личных политических и культурных вопросов.

В.1.2.2 Использование

Мозговой штурм может применяться на любом уровне в организации для идентификации неопределенностей, способов действий, приводящих к благоприятному исходу или отказу, причин, последствий, критериев для принятия решений или вариантов обработки рисков. Количественное использование возможно, но только в его структурированной форме, чтобы обеспечить учет и устранение систематических ошибок, особенно при использовании для вовлечения всех заинтересованных сторон.

Мозговой штурм стимулирует творческий подход и поэтому очень полезна при работе над инновационными решениями, продукции и процессами.

В.1.2.3 Входы

При мозговом штурме можно получить мнения участников, поэтому он меньше нуждается в данных или внешней информации, по сравнению с другими методами. Участникам необходимо обладать знаниями, опытом и разнообразными точками зрения, необходимыми для решения проблемы. Для того, чтобы мозговой штурм был продуктивным, обычно необходим квалифицированный модератор.

В.1.2.4 Выходы

Выходы представляют собой перечень всех идей, сгенерированных во время сессии, и мыслей, высказанных при представлении идей.

В.1.2.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам мозгового штурма относятся следующие:

- мозговой штурм способствует развитию воображения и творчества, которые помогают идентифицировать новые риски и необычные решения;
- он полезен там, где мало или нет данных, а также там, где требуется новая технология или необычные решения;
- он вовлекает основные заинтересованные стороны и, следовательно, способствует коммуникации и взаимодействию;
- это относительно быстрый процесс, который легко организовать.

Недостатки включают следующее:

- трудно продемонстрировать, что процесс был всеобъемлющим;
- группы, как правило, генерируют меньше идей, чем люди, работающие в одиночку;
- динамика определенной группы может означать, что некоторые люди, имеющие ценные идеи, не высказывают их, в то время как другие доминируют в обсуждении. Это можно решить путем оказания результативного содействия;
 - поощрение творческого мышления и новых идей может означать, что разговор не остается сфокусированным на рассматриваемом вопросе, а это укорачивает время встречи.

В.1.2.6 Справочные документы

[5] PROCTOR, A. (2009). Creative problem solving for managers

[6] GOLDENBERG, Olga, WILEY, Jennifer. Quality, conformity, and conflict: Questioning the assumptions of Osborn's brainstorming technique

В.1.3 Метод Дельфи**В.1.3.1 Общее описание**

Метод Дельфи – это процедура получения консенсуса во мнениях группы экспертов. Данный метод используют для сбора и сопоставления суждений по конкретной теме с помощью набора последовательных вопросников. Важной особенностью метода Дельфи является то, что эксперты выражают свои мнения индивидуально, независимо и анонимно, имея доступ к мнениям других экспертов в ходе процесса.

Группе экспертов, которые составляют группу, независимо друг от друга предоставляют вопрос или вопросы для рассмотрения. Информация из первого раунда ответов анализируется, обобщается и распространяется среди членов группы, которые затем могут пересмотреть свои первоначальные ответы. Члены группы дают ответы, и процесс повторяется до тех пор, пока не будет достигнут консенсус или полуконсенсус. Если один член группы или меньшинство членов постоянно придерживаются своего ответа, то это может указывать на то, что они располагают важной информацией или имеют важную точку зрения.

В.1.3.2 Использование

Метод Дельфи используется для решения сложных проблем, в отношении которых существует неопределенность и для которых необходимо экспертное суждение, чтобы разрешить данную неопределенность. Он может использоваться в прогнозировании и создании политики, а также для достижения консенсуса или урегулирования разногласий между экспертами. Он может быть использован для идентификации рисков (с положительными и отрицательными конечными выходами), угроз и возможностей, а также для достижения консенсуса относительно вероятности и последствий будущих событий. Он, как правило, применяется на стратегическом или тактическом уровне. Первоначально он применялся для долгосрочного прогнозирования, но он может быть применен к любому временному интервалу.

В.1.3.3 Входы

Метод основывается на знаниях и постоянном сотрудничестве участников в переменной шкале времени, которая может равняться дням, неделям, месяцам или даже годам.

Количество участников может варьироваться от нескольких до сотен. Вопросники могут быть в письменном виде или могут распространяться и присылаться с использованием электронных средств связи, включая электронную почту и Интернет. Использование технологических систем помогает обеспечить оперативность и прецизионность при сборе информации на каждом цикле.

В.1.3.4 Выходы

Консенсус по рассматриваемому вопросу.

В.1.3.5 Преимущества и недостатки

Преимущества включают следующие:

- поскольку мнения являются анонимными, вероятнее всего будут выражаться непопулярные мнения и систематическая ошибка иерархии меньше;
- все взгляды имеют одинаковое значение, что позволяет избежать проблемы доминирующих личностей;
- получение права собственности на результаты;
- людям не нужно одновременно собираться в одном месте.
- у людей есть время, чтобы дать взвешенный ответ на вопросы;
- процесс, как правило, означает, что эксперты уделяют все свое внимание этой задаче.

Недостатки включают следующее:

- он является длительным и трудоемким;
- участникам необходимо уметь четко выразить свою мысль в письменной форме.

В.1.3.6 Справочный документ

[7] ROWE, G. WRIGHT, G. The Delphi technique: Past, present, and future prospects. Technological forecasting and social change 2011, 78, Special Delphi Issue

В.1.4 Техника номинальных групп

В.1.4.1 Общее описание

Техника номинальных групп, как и мозговой штурм, направлена на сбор идей. Точки зрения сначала обдумываются индивидуально без взаимодействия между членами группы, затем обсуждаются группой.

Процесс заключается в следующем:

- модератор предоставляет каждому члену группы вопросы для рассмотрения;
- участники записывают свои идеи молча и независимо от других;
- каждый член группы представляет свои идеи на данном этапе без обсуждения. Если групповая динамика означает, что некоторые голоса имеют большее значение, чем другие, идеи могут быть переданы модератору анонимно. Затем участники могут обратиться за дальнейшими разъяснениями;
- затем группа обсуждает идеи для предоставления согласованного перечня;
- члены группы голосуют конфиденциально за идеи, и групповое решение принимается на основе голосов.

В.1.4.2 Использование

Техника номинальных групп может быть использована в качестве альтернативы мозговому штурму. Он также полезен для приоритизации (ранжирования) идей в группе.

В.1.4.3 Входы

Идеи и опыт участников.

В.1.4.4 Выходы

Идеи, пути или способы решения по мере требования.

В.1.4.5 Преимущества и недостатки

Преимущества техники номинальных групп включают следующее:

- он обеспечивает более сбалансированное мнение, по сравнению с мозговым штурмом, когда одни члены группы более активны, чем другие;
- он имеет тенденцию к более равномерному участию, если все или некоторые члены группы являются новичками в команде, обсуждаемая проблема противоречива или существует дисбаланс сил или конфликт в команде;
- отмечается генерирование большего количества идей, по сравнению с мозговым штурмом;
- уменьшение давления, чтобы соответствовать группе;
- достижение консенсуса в относительно короткие сроки.

Недостатки включают следующее:

- перекрестная проработка идей ограничена;
- одни и те же идеи могут быть выражены разными способами, что затрудняет их сопоставление.

В.1.4.6 Справочный документ

[8] MCDONALD, D. BAMMER, G. and DEANE, P. Research Integration Using Dialogue Methods

Примечание – Данная ссылка также содержит подробную информацию о ряде других методов, некоторые из которых также рассматриваются в настоящем стандарте.

В.1.5 Структурированные или полуструктурированные интервью

В.1.5.1 Общее описание

В структурированном интервью отдельным интервьюируемым лицам задают набор подготовленных вопросов. Полуструктурированное интервью аналогично первому, но дает больше свободы для изучения возникающих вопросов в процессе беседы. В полуструктурированном интервью предоставляется прямая возможность исследовать области, которые может пожелать охватить интервьюируемое лицо.

Если это возможно, следует, чтобы вопросы были открытыми, простыми и на языке, соответствующем интервьюируемому лицу и следует, чтобы каждый вопрос охватывал только одну проблему. Также готовятся возможные последующие вопросы для получения разъяснений.

Следует, чтобы вопросы были проверены на людях, имеющих подготовку, аналогичную подготовке интервьюируемых лиц, чтобы убедиться, что вопросы не являются двусмысленными, будут правильно поняты, и что ответы охватят предполагаемую проблему. Следует проявлять осторожность, чтобы не «руководить» интервьюируемым лицом.

В.1.5.2 Использование

Структурированные и полуструктурированные интервью являются средством получения подробной информации и мнений от отдельных лиц в группе. Их ответы могут быть конфиденциальными, если это необходимо. Ответы предоставляют исчерпывающую информацию, когда на людей не влияют взгляды других членов группы.

Интервью являются полезными, когда трудно собрать людей в одном месте в одно и то же время, или если свободное обсуждение в группе не приемлемо для ситуации или участвующих людей. Также возможно получить более подробную информацию в интервью, чем это возможно в ходе опроса или семинара. Интервью могут использоваться на любом уровне в организации.

В.1.5.3 Входы

Входными данными являются четкое понимание требуемой информации и подготовленный набор вопросов, которые были проверены на пилотной группе.

Тем, кто составляет интервью, и интервьюируемым лицам нужны определенные навыки, чтобы получить надлежащие достоверные ответы, которые не искажены влиянием со стороны лица, проводящего интервью

В.1.5.4 Выходы

Выходом является требуемая подробная информация.

В.1.5.5 Преимущества и недостатки

Преимущества структурированных интервью заключаются в следующем:

- они дают участникам время на обдумывание вопроса;
- общение один на один может обеспечить более глубокое рассмотрение вопросов, по сравнению с групповым подходом;
- структурированные интервью позволяют вовлекать большее количество заинтересованных сторон, чем обсуждение в группе.

Недостатки включают следующее.

- интервью отнимает много времени на проектирование, проведение и анализ;
- они требуют определенных знаний для проектирования и проведения, если ответы будут непредвзятыми со стороны интервьюера;
- предвзятость у респондента допускается, и она не модерируется и не устраняется в ходе группового обсуждения;
- интервью не вызывают воображения (что является особенностью групповых методов);
- основной объем информации в полуструктурированных интервью содержится в словах интервьюируемого лица. Может быть трудным однозначно сгруппировать данную информацию в форму, поддающуюся анализу.

В.1.5.6 Справочные документы

[9] HARRELL, M.C. BRADLEY, M.A. 2009, Data collection methods – A training Manual – Semi structured interviews and focus groups

[10] GILL, J. JOHNSON, P. 2010, Research methods for managers

В.1.6 Опросы

В.1.6.1 Общее описание

В опросах, как правило, привлечено больше людей, чем в интервью, и обычно задаются более ограниченные вопросы. Как правило, опрос проводят с использованием компьютерного или бумажного вопросника. Часто на вопросы предлагается дать ответ типа «да/нет», выбрать на шкале оценок или из ряда вариантов. Это позволяет проводить статистический анализ результатов, что является особенностью таких методов. Могут быть включены некоторые вопросы со свободным ответом, но их количество следует ограничивать из-за трудностей анализа.

В.1.6.2 Использование

Опросы могут использоваться в любой ситуации, когда полезным является получение консультаций от более широкого круга заинтересованных сторон, особенно когда необходимо относительно мало информации от большого числа людей.

В.1.6.3 Входы

Предварительно проверенные, однозначные вопросы, предназначенные для широкой репрезентативной выборки людей, желающих принять участие в опросе. Следует, чтобы количество ответов было

достаточным для обеспечения статистической достоверности. Процент возврата часто низок, а это означает, что необходимо разослать много вопросников. Для составления вопросников необходим некоторый опыт, который поможет достичь полезных результатов, а также провести статистический анализ данных результатов.

В.1.6.4 Выходы

Выходом является анализ мнений разных людей, часто представленный в графической форме.

В.1.6.5 Преимущества и недостатки

Преимущества опросов заключаются в следующем:

- в опрос может быть вовлечено большее количество людей, чем для интервью, что обеспечивает получение более полную информацию по группе;
- проведение опросов относительно малозатратно, особенно если используется онлайн программное обеспечение, способное обеспечить некоторый статистический анализ;
- опросы могут предоставить статистически валидную информацию;
- результаты легко сводить в таблицу и легко понять: обычно возможно представление выходов в графическом виде;
- отчеты по опросам могут быть легко доступны другим.

Недостатки включают следующее:

- характер вопросов ограничен необходимостью быть простым и однозначным;
- обычно необходимо получить некоторую демографическую информацию для интерпретации результатов;
- число вопросов, которые могут быть включены, ограничено, если ожидается получение достаточного количества ответов;
- человек, задающий вопрос, не может дать объяснение, поэтому респонденты могут интерпретировать вопросы иначе, чем предполагалось;
- трудно составить вопросы, которые не приводят респондентов к конкретным ответам;
- вопросники, как правило, имеют основополагающие предположения, которые могут быть недействительными;
- трудно получить хороший и беспристрастный ответ.

В.1.6.6 Справочные документы

[11] SAUNDERS, M. LEWIS, P. THORNHILL, A. 2016, Research Methods for Business Students

[12] UNIVERSITY OF KANSAS COMMUNITY TOOL BOX Section 13, Conducting surveys

В.2 Техники идентификации рисков

В.2.1 Общие положения

Техники идентификации рисков могут включать:

- методы, основанные на свидетельствах, такие как обзоры литературы и анализ ранее полученных данных;
- эмпирические методы, включая испытания и моделирование для идентификации того, что может произойти при конкретных обстоятельствах;
- опросы, основанные на субъективном восприятии, которые отображают мнения широкого круга опытных людей;
- техники, в которых рассматриваемый предмет делится на более мелкие элементы, каждый из которых рассматривается по очереди с использованием методов, вызывающих вопросы «что если»;

Примеры – HAZOP (В.2.4), FMEA (В.2.3) и SWIFT(В.2.6).

- техники стимулирования творческого мышления о возможностях будущего, такие как анализ сценариев (В.2.5);
- чек-листы или таксономии, основанные на данных за прошедший период или теоретических моделях (В.2.2).

Техники, описанные в разделе В.2, являются примерами некоторых структурированных подходов к идентификации рисков. Структурированная техника, вероятно, будет более всеобъемлющей, чем неструктурированный или полуструктурированный семинар, и ее будет легче использовать для демонстрации должного детального анализа при идентификации рисков.

Использование нескольких техник, включая методы «сверху вниз» и «снизу вверх», способствует комплексной идентификации рисков. Подходы, которые ставят под сомнение выходы идентификации рисков, такие как формирование «красной команды», также могут использоваться для проверки того, что соответствующие риски не были упущены.

Примечание – Формирование «красной команды» – это практика рассмотрения проблемы с точки зрения противника или конкурента [13].

Описанные методы могут включать несколько заинтересованных сторон и экспертов. Методы, которые можно использовать для получения взглядов, как по отдельности, так и в группе, описаны в разделе В.1.

В.2.2 Чек-листы, классификации и таксономии

В.2.2.1 Общее описание

Чек-листы используются во время оценки риска различными способами, например, чтобы помочь понять контекст, идентифицировать риск и сгруппировать риски для различных намерений во время анализа. Они также используются во время менеджмента рисков, например, для классификации средств управления, и обработки рисков, для определения подотчетности и обязанностей, а также для предоставления отчетности и передаче информации о риске.

Чек-лист может быть основан на данных о прошлых отказах и успехах, но для категоризации или классификации рисков на основе общих характерных черт могут быть разработаны более формальные типологии и таксономии рисков. В чистом виде типологии представляют собой концептуально выведенные схемы классификации «сверху вниз», тогда как таксономии – это эмпирически или теоретически выведенные схемы классификации «снизу вверх». Гибридные формы обычно сочетают эти две чистые формы.

Таксономии рисков, как правило, предназначены для того, чтобы быть взаимоисключающими и обобщенно исчерпывающими (то есть, чтобы избежать дублирования и пробелов). Классификация рисков может быть сосредоточена на выделении определенной категории риска для более тщательного изучения.

И типологии, и таксономии могут быть иерархическими с несколькими уровнями классификации. Следует, чтобы любая таксономия была иерархической и имела возможность подразделяться на более мелкие уровни разрядности. Такое деление помогает поддерживать управляемое количество категорий, достигая при этом достаточную глубину детализации.

В.2.2.2 Использование

Чек-листы, классификации и таксономии могут быть разработаны для применения на стратегическом или операционном уровне. Они могут применяться с использованием анкет, интервью, структурированных семинаров или комбинаций всех трех, в методах, использующих личное общение, или компьютеризированных методах.

Примеры часто используемых чек-листов, классификаций или таксономий, используемых на стратегическом уровне, включают следующее:

- SWOT (сильные и слабые стороны, возможности и угрозы) идентифицирует факторы во внутреннем и внешнем контексте для оказания содействия в постановке целей, а также стратегии для их достижения с учетом риска;

- PESTLE, STEEP, STEEPLED и т. д. являются аббревиатурами, представляющими типы факторов, которые следует учитывать при установлении контекста или идентификации рисков [14] Буквы аббревиатур обозначают Политические (Political), Экономические (Economic), Социальные (Social), Технологические (Technological), Экологические (Environmental), Правовые (Legal), Этические (Ethical) и Демографические (Demographic) категории. Можно выбрать категории, относящиеся к конкретной ситуации, и разработать чек-листы для представления примеров в каждой категории;

- рассмотрение стратегических целей, критических факторов успеха для достижения целей, угроз для факторов успеха и определяющих факторов риска. Исходя из этого, могут быть разработаны методы обработки риска и индикаторы раннего предупреждения для определяющих факторов риска.

На оперативном уровне чек-листы опасностей используются для идентификации опасностей в HAZID и предварительном анализе опасностей (PHA) [15]. Такие предварительные оценки риска возникновения угрозы для безопасности обычно выполняются на ранней стадии проектирования проекта.

Общие категории рисков включают:

- по источнику рисков: рыночные цены, невыполнение обязательств со стороны контрагента, мошенничество, угрозы безопасности и т.д.;

- по последствиям, аспектам или измерениям целей или пригодности.

Предварительно идентифицированные категории риска могут быть полезны для направления мышления о риске по широкому кругу вопросов. Однако трудно гарантировать, что такие категории будут всеобъемлющими, и, когда риски подразделяются заранее определенным образом, мышление направлено по определенным линиям, и важные аспекты риска могут быть упущены.

Чек-листы, типологии и таксономии используются в других техниках, описанных в настоящем стандарте; например, ключевые слова в HAZOP В.2.4 и категории в анализе Исикавы (В.3.3). Таксономия, которая может использоваться для рассмотрения человеческого фактора при идентификации риска, приведена в ИЕС 62740:2015 [16].

В общем, чем конкретнее чек-лист, тем более ограничено его применение в конкретном контексте, в котором он разрабатывается. Слова, которые дают общие подсказки, обычно более продуктивны в поощрении уровня креативности при идентификации рисков.

В.2.2.3 Входы

Входы – это данные или модели, на основе которых можно разработать достоверные чек-листы, таксономии или классификации.

В.2.2.4 Выходы:

Выходы:

- чек-листы, подсказки или категории и схемы классификации;
- понимание риска от их использования, включая (в некоторых случаях) перечни рисков и группировки рисков.

В.2.2.5 Преимущества и недостатки

Преимущества чек-листов, таксономий, типографий включают следующее:

- они способствуют общему пониманию риска среди заинтересованных сторон;
- при надлежащем планировании с их помощью можно получить широкий опыт в использовании простой системы для тех, кто опыта не имеет;
- после разработки они не требуют специализированного опыта.

Недостатки включают следующее:

- их использование ограничено в новых ситуациях, когда отсутствует прошлый опыт, или в ситуациях, которые отличаются от той, для которой они были разработаны;
- рассмотрение того, что уже известно или придумано;
- часто носят общий характер и могут быть не применимы к конкретным рассматриваемым обстоятельствам;
- сложность может помешать идентификации взаимоотношений (например, взаимосвязей и альтернативных групп).
- нехватка информации может привести к дублированию и/или пробелам (например, схемы не являются взаимоисключающими и обобщенно исчерпывающими);
- они могут стимулировать поведение типа «поставь галочку», а не исследование идей.

В.2.2.6 Справочные документы

[17] BROUGHTON, Vanda, Essential classification

[18] BAILEY, Kenneth, Typologies and taxonomies: An introduction to classification techniques

[19] VDI 2225 Blatt 1, Konstruktionsmethodik- Technisch-wirtschaftliches Konstruieren - Vereinfachte Kostenermittlung, 1997 Beuth Verlag

В.2.3 Анализ видов и последствий отказов (FMEA) и анализ видов, последствий и критичности отказов (FMECA)

В.2.3.1 Общее описание

В FMEA команда подразделяет аппаратное обеспечение, систему, процесс или процедуру на элементы. Для каждого элемента рассматриваются способы его отказа, а также причины и последствия отказа. После FMEA может быть выполнен анализ критичности, который определяет значимость каждого вида отказа (FMECA).

Для каждого элемента записывают следующее:

- его функция;
- отказ, который может произойти (вид отказа);
- механизмы, которые могут создавать такие виды отказа;

- характер последствий, если произошел отказ;
- является ли отказ безвредным или влечет ущерб;
- как и когда может быть обнаружен отказ;
- неотъемлемые положения, которые существуют для компенсации отказа

Для FMECA исследовательская команда классифицирует каждый из идентифицированных видов отказов в соответствии с их критичностью. Можно использовать несколько различных методов анализа критичности. Чаще всего используются качественная, полуквантитативная или количественная матрица последствие/вероятность (B.10.3) или приоритетное число риска (RPN). Количественная мера критичности также может быть получена из фактической частоты отказов и количественной меры последствий, если таковые известны.

Примечание – RPN – это метод индексов (B.8.6), который берет произведение рангов последствия отказа, вероятности отказа и способности обнаружить проблему (обнаружение). Отказ получает более высокий приоритет, если его трудно обнаружить.

В.2.3.2 Использование

FMEA/FMECA могут применяться при проектировании, производства или эксплуатации физической системы для улучшения конструкции, выбора между альтернативными вариантами конструкции или планирования программы технического обслуживания. Он также может быть применен к процессам и процедурам, таким как медицинские процедуры и производственные процессы. Он может быть выполнен на любом уровне разрушения системы от блок-схем до детальных компонентов системы или этапов процесса.

FMEA может быть использован для предоставления информации для таких техник анализа, как анализ дерева отказов. Это может служить исходным пунктом для анализа коренной причины.

В.2.3.3 Входы

Входы включают информацию об анализируемой системе и ее элементах с достаточной степенью детализации для проведения содержательного анализа способов отказа каждого элемента, а также последствий, если такой отказ произойдет. Необходимая информация может включать чертежи и блок-схемы, подробные сведения о среде, в которой функционирует система, и информацию об отказах за прошедшие периоды, если таковые имеются.

FMEA обычно выполняется многофункциональной командой, обладающей экспертными знаниями анализируемой системы, во главе которой стоит модератор. Для команды важно охватить все соответствующие области знаний.

В.2.3.4 Выходы

Выходы FMEA:

- журнал регистрации видов, последствий, причин отказов и существующих средств управления;
- мера критичности каждого вида отказа (если FMECA) и методология, использованная для его определения;
- любые рекомендуемые действия, например, для дальнейшего анализа, модификаций или функций, которые будут включены в планы испытаний.

FMECA обычно предоставляет качественное ранжирование важности видов отказов, но может предоставить количественные выходы, если используются подходящие данные о частоте отказов и количественные последствия.

В.2.3.5 Преимущества и недостатки

Преимущества FMEA/FMECA заключаются в следующем;

- он может широко применяться как в пользовательском, так и в техническом режимах систем, аппаратного обеспечения, программного обеспечения и процедур;
- он идентифицирует виды отказов, их причины и их последствия на систему, а также представляет их в удобном для чтения формате;
- он позволяет избежать необходимости дорогостоящей модификации оборудования при обслуживании за счет идентификации проблем на ранних стадиях процесса проектирования;
- он предоставляет вход для программы технического обслуживания и мониторинга, выделяя ключевые характеристики, подлежащие мониторингу.

Недостатки включают следующее.

- FMEA можно использовать только для идентификации отдельных видов отказов, а не комбинаций видов отказов;

- исследования могут быть времязатратными и дорогостоящими при отсутствии должного управления и ориентирования;
- FMEA может быть сложным и утомительным процессом для сложных многоуровневых систем.

В.2.3.6 Справочный документ

, Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA) (Анализ видов и последствий отказов (FMEA и FMECA))

В.2.4 Исследование опасности и работоспособности (HAZOP)

В.2.4.1 Общее описание

Исследование HAZOP представляет собой структурированное и систематическое изучение запланированного или существующего процесса, процедуры или системы, которое включает в себя выявление потенциальных отклонений от замысла проекта и изучение их возможных причин и последствий.

В рамках организованного семинара исследовательская команда:

- разбивает систему, процесс или процедуру на более мелкие элементы;
- согласовывает замысел проекта для каждого элемента, включая определение соответствующих параметров (таких как расход или температура в случае физической системы);
- последовательно применяет направляющие слова к каждому параметру для каждого элемента, чтобы предположить возможные отклонения от замысла проекта, которые могут иметь нежелательные конечные выходы;

Примечание – Не все направляющие слова для комбинаций параметров будут иметь смысл.

- согласовывает причину и последствия в каждом случае, предлагая способы их обработки;
- документирует обсуждение и согласовывает возможные действия по обработке идентифицированных рисков.

В таблице В.1 приведены примеры часто используемых направляющих слов для технических систем. Подобные направляющие слова, такие как «слишком рано», «слишком поздно», «слишком много», «слишком мало», «слишком долго», «слишком быстро», «неправильное направление», «неправильный объект», «неправильное действие» могут быть использованы для идентификации видов ошибок, вызванных человеческим фактором.

Направляющие слова применяются к таким параметрам, как:

- физические свойства материала или процесса;
- физические условия, такие как температура или скорость;
- временные рамки;
- установленное назначение компонента системы или проекта (например, передача информации);
- эксплуатационные аспекты.

Таблица В.1 – Примеры основных направляющих слов и их общих значений

Направляющее слово	Определение
Ни или нет	Ни одна часть предполагаемого результата не достигнута или предполагаемое условие отсутствует
Больше (выше)	Количественное повышение
Меньше (ниже)	Количественное снижение
Так же как	Качественное изменение/повышение (например, дополнительный материал)
Составная часть	Качественное изменение/снижение (например, только один из двух компонентов в составе)
Обратное/противоположное	Логическая противоположность замыслу проекта (например, обратный поток)
Другой чем	Полная замена, происходит нечто совершенно иное (например, неправильный материал)
Преждевременно	По отношению к времени на часах
С опозданием	По отношению к времени на часах

В.2.4.2 Использование

Изначально исследования HAZOP были разработаны для анализа процессов химических систем, но были расширены, чтобы охватить другие типы систем, включая механические, электронные и электрические системы питания, системы программного обеспечения, организационные изменения, поведение человека и разработку и анализ юридических контрактов.

Процесс HAZOP может распространяться на все формы отклонения от замысла проекта, вызванного недостатками проекта, компонента (ов), запланированных процедур и действий человека. Чаще всего он используется для улучшения проекта или идентификации рисков, связанных с изменением проекта. Обычно он осуществляется на стадии детального проектирования, когда имеется полная схема предполагаемого процесса и вспомогательная информация о проекте, но, когда изменения в проекте все еще целесообразны. Изменения могут вноситься с помощью поэтапного подхода, используя различные направляющие слова для каждой стадии, по мере детального развития проекта. Исследование HAZOP также может выполняться во время эксплуатации, но на данной стадии необходимые изменения могут быть экономически невыгодными.

В.2.4.3 Входы

Входы включают текущую информацию о системе, подлежащей проверке, а также назначение и спецификации пригодности проекта. Для аппаратного обеспечения сюда могут относиться чертежи, спецификации, технологические схемы, диаграммы управления и логические схемы процесса, а также процедуры операционной деятельности и технического обслуживания. Для HAZOP, не связанного с аппаратным обеспечением, входом может быть любой документ, который описывает функции и элементы исследуемой системы или процедуры, например, организационные схемы и описания ролей, или проект контракта или проект процедуры.

Исследование HAZOP обычно проводится многодисциплинарной командой, в состав которой входят разработчики и операторы системы, а также лица, непосредственно не участвующие в проектировании или системе, процессе или анализируемой процедуре. Следует, чтобы лидер/модератор исследования имел подготовку и опыт проведения исследований HAZOP.

В.2.4.4 Выходы

Выходы включают протоколы заседания(ий) HAZOP с отклонениями для каждого пункта анализа, внесенного в протокол. Следует, чтобы записи включали используемое направляющее слово и возможные причины отклонений. Они также могут включать действия для решения идентифицированных проблем и лиц, ответственных за действие.

В.2.4.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам HAZOP относятся следующие:

- предоставляет средства для систематического изучения системы, процесса или процедуры, чтобы идентифицировать, как они могут не достичь своего предназначения;
- предоставляет подробное и тщательное изучение многодисциплинарной командой;
- идентифицирует потенциальные проблемы на стадии проектирования процесса;
- генерирует решения и действия по обработке рисков;
- применим к широкому диапазону систем, процессов и процедур;
- позволяет исчерпывающе рассмотреть причины и последствий ошибки, вызванной человеческим фактором;
- приводит к созданию письменной записи процесса, которая может быть использована для демонстрации должной исполнительности.

Недостатки включают следующее.

- детальный анализ может быть продолжительным и, следовательно, дорогостоящим;
- техника, как правило, применяется не один раз, обнаруживая одни и те же проблемы несколько раз; следовательно, может быть трудно поддерживать концентрацию;
- детальный анализ требует высокого уровня документации или спецификации системы/процесса и процедуры;
- может концентрироваться на поиске подробных решений, а не на оспаривании фундаментальных допущений (однако, это может быть смягчено путем поэтапного подхода);
- обсуждение может быть сфокусировано на детальных вопросах проекта, а не на более широких или внешних вопросах;
- ограничен (предварительным) проектом и замыслом проекта, а также областью применения и целями, данными команде;

– процесс в значительной степени зависит от опыта проектировщиков, которым может быть трудно быть достаточно объективными для поиска проблем в своих проектах.

В.2.4.6 Справочный документ

[21] IEC 61882, Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide (Исследования опасности и работоспособности (HAZOP). Руководство по применению)

В.2.5 Анализ сценариев

В.2.5.1 Общее описание

Анализ сценариев – это название, данное ряду техник, которые включают разработку моделей того, какой результат может быть достигнут в будущем. В общих чертах, он состоит из определения вероятного сценария и проработки того, что может произойти с учетом различных возможных событий в будущем.

Для относительно коротких шкал времени такой анализ может включать экстраполяцию из того, что произошло в прошлом. Для более длительных шкал времени анализ сценариев может включать создание воображаемого, но заслуживающего доверия сценария, а затем изучение характера рисков в рамках такого сценария. Чаще всего он применяется группой заинтересованных сторон, имеющих разные интересы и опыт. Анализ сценариев включает в себя детальное определение сценария или сценариев, которые будут рассмотрены, и изучение последствий сценария и связанного с ним риска. Обычно рассматриваются следующие изменения:

- изменения в технологии;
- возможные будущие решения, которые могут иметь различные конечные выходы;
- потребности заинтересованных сторон и то, как они могут измениться;
- изменения в макросреде (нормативные, демографические и т. д.);
- изменения в физической среде.

В.2.5.2 Использование

Анализ сценария чаще всего используется для идентификации риска и изучения последствий. Его можно использовать как на стратегическом, так и на операционном уровне, для организации в целом или ее части.

Долгосрочный анализ сценариев направлен на содействие планированию крупных изменений в будущем, таких как те, которые произошли за последние 50 лет в технологиях, предпочтениях потребителей, социальных установках и т. д. Анализ сценариев не может предсказать вероятность таких изменений, но может рассматривать последствия и помочь организациям развить преимущества и устойчивость, необходимые для адаптации к прогнозируемым изменениям. Он может использоваться для прогнозирования развития угроз и возможностей и может применяться для всех типов рисков.

Краткосрочный анализ сценариев используется для изучения последствий иницирующего события. Вероятные сценарии могут быть экстраполированы из того, что произошло в прошлом, или из моделей. Примеры такого применения включают планирование чрезвычайных ситуаций или перерывов в деятельности организации. Если данные недоступны, используются мнения экспертов, но в этом случае очень важно уделять максимальное внимание их объяснениям своих взглядов.

В.2.5.3 Входы

Для проведения анализа сценария требуются данные о текущих трендах и изменениях, а также идеи будущих изменений. Для сложных или очень долгосрочных сценариев требуется опыт применения техники.

В.2.5.4 Выходы

Выходом может быть «история» для каждого сценария, которая рассказывает, как можно переходить от текущего сценария к предметному. Рассматриваемые воздействия могут быть как благоприятными, так и негативными. Истории могут включать вероятностные детали, которые повышают ценность сценариев.

Другие выходы могут включать в себя понимание возможных воздействий политики или планов для различных вероятных вариантов будущего, перечня рисков, которые могут возникнуть при разработке вариантов будущего, и, в некоторых вариантах применения, перечня опережающих индикаторов для таких рисков.

В.2.5.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам анализа сценариев относятся следующие:

- он учитывает ряд возможных вариантов будущего. Анализ может быть предпочтительнее традиционного подхода, основанного на прогнозах, предполагающих, что будущие события, вероятно, продолжат следовать прошлым трендам. Это важно для ситуаций, когда недостаточно имеющихся знаний, на которых можно основывать прогнозы, или, когда риски рассматриваются в более долгосрочной перспективе;

- поддерживает разнообразие мышления;
- стимулирует мониторинг опережающих индикаторов изменений;
- решения, принятые в отношении идентифицированных рисков, могут помочь повысить устойчивость к происходящему.

Недостатки включают следующее:

- используемые сценарии могут не иметь надлежащей основы, например, данные могут быть теоретическими. Это может привести к нереалистичным результатам, которые не могут быть признаны таковыми;

- существует мало свидетельств того, что сценарии, изученные в долгосрочной перспективе, являются теми сценариями, которые происходят фактически.

В.2.5.6 Справочные документы

[22] RINGLAND, Gill. Scenarios in business

[23] Van der HEIJDEN, Kees. Scenarios: The art of strategic conversation

[24] CHERMACK, Thomas J. Scenario planning in organizations

[25] MUKUL PAREEK, Using Scenario analysis for managing technology risk

В.2.6 Структурированный метод «Что, если...?» (SWIFT)

В.2.6.1 Общее описание

SWIFT – это высокоуровневый метод идентификации рисков, который можно использовать самостоятельно или как часть поэтапного подхода для повышения результативности восходящих методов, таких как HAZOP или FMEA. SWIFT использует структурированный мозговой штурм (В.1.2) в тематическом семинаре, где predetermined набор направляющих слов (время, количество и т. д.) объединен с подсказками, полученными от участников, которые часто начинаются с фраз, таких как «что, если?» или «как мог?». Такой метод похож на HAZOP, но применяется в системе или подсистеме, а не по проектному замыслу.

Перед началом исследования модератор готовит перечень подсказок, позволяющий провести всесторонний анализ рисков или источников риска. В начале семинара обсуждается контекст, область применения и предназначение SWIFT и формулируются критерии благоприятного исхода. Используя направляющие слова и подсказки типа «что, если?», модератор просит участников поднять и обсудить такие вопросы, как:

- известные риски;
- источники и определяющие факторы риска;
- предыдущий опыт, благоприятные исходы и инциденты;
- известные и существующие средства управления;
- обязательные требования и ограничения.

Модератор использует перечень подсказок, чтобы управлять обсуждением, и предлагает команде дополнительные вопросы и сценарии для обсуждения. Команда обсуждает, являются ли средства управления адекватными, и, если они не являются адекватными, команда обсуждает возможные варианты обработки риска. Во время такого обсуждения задаются дополнительные вопросы типа «что, если?».

В некоторых случаях идентифицируются конкретные риски и описание риска, его причин, последствий и средств управления может быть записано. Кроме того, могут быть идентифицированы более общие источники или определяющие факторы риска, проблемы управления или системные проблемы.

При формировании перечня рисков, часто используется качественный или полуквантитативный метод оценки риска для ранжирования действий, созданных с учетом уровня риска. При этом обычно учитываются существующие средства управления и их результативность.

В.2.6.2 Использование

Метод может применяться к системам, элементам оборудования, процедурам и организациям в целом. В частности, метод используется для изучения последствий изменений и риска, который таким образом изменяется или создается. Могут рассматриваться как положительные, так и отрицательные

конечные выходы. Данный метод можно также использовать для идентификации систем или процессов, в которые стоит инвестировать ресурсы для осуществления более детального HAZOP или FMEA.

В.2.6.3 Входы

Необходимо четко понимать систему, процедуру, элемент оборудования и/или изменение, а также внешний и внутренний контекст. Такое понимание может быть установлено посредством интервью, создания многофункциональной команды и изучения документов, планов и чертежей модератором. Обычно исследуемая система разбивается на элементы, облегчающие процесс анализа. Хотя модератору необходимо пройти подготовку по применению SWIFT, это обычно может быть быстро выполнено.

В.2.6.4 Выходы

Выходы включают перечень рисков с ранжированными действиями или задачами, который можно использовать в качестве основы для плана обработки риска.

В.2.6.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам SWIFT относятся следующие:

- широко применяется ко всем формам физического объекта или системы, ситуации или обстоятельства, организации или деятельности;
- необходима минимальная подготовка команды;
- относительно быстрое применение, и основные риски и источники рисков быстро становятся очевидными в ходе рабочего семинара;
- исследование является «системно-ориентированным» и позволяет участникам рассмотреть реакцию системы на отклонения, а не просто изучить последствия отказа компонента;
- он может быть использован для идентификации возможностей для улучшения процессов и систем и в целом может быть использован для идентификации действий, которые ведут к успеху и повышают вероятность его достижения;
- участие в семинаре тех, кто отвечает за существующие средства управления и дальнейшие действия по обработке рисков усиливают их ответственность;
- он создает реестр рисков и план обработки рисков без особых усилий.

Недостатки включают следующее:

- если команда семинара не имеет достаточно широкого опыта или система подсказок не является всеобъемлющей, некоторые риски или опасности могут не быть идентифицированы;
- применение техники на высоком уровне может не выявить сложные, конкретные или коррелирующие причины;
- рекомендации часто носят общий характер, например, метод не обеспечивает поддержку надежных и назначенных средств управления без проведения дальнейшего анализа.

В.2.6.6 Справочный документ

[26] CARD, Alan J. WARD, James R. and CLARKSON, P. John. Beyond FMEA: The structured what-if technique (SWIFT)

В.3 Техники определения источников, причин и факторов риска

В.3.1 Общие положения

Понимание причин потенциальных событий и определяющих факторов риска может быть использовано для проектирования стратегий по предотвращению неблагоприятных или усилению положительных последствий. Часто, до того, как будет найдена коренная причина, выстраивается иерархия причин с несколькими уровнями. Обычно причины анализируют до тех пор, пока не будут определены и обоснованы действия.

Техники анализа причин могут изучить восприятие причин в рамках набора заранее определенных фраз, таких как в методе Исикавы (см. В.3.3), или может быть использован более логический подход, как в анализе дерева отказов и анализа дерева успеха (см. В.5.7).

Для графического представления причин и последствий и демонстрации средств для их управления может быть использован анализ «галстук-бабочка» (см. В.4.2).

Некоторые из техник, описанных в IEC 62740 [16], могут активно применяться для анализа возможных причин событий, которые могут произойти в будущем, а также тех, которые уже произошли. Данные техники не повторяются в настоящем стандарте.

В.3.2 Подход на основе синдиники (синдинический подход)

В.3.2.1 Общее описание

Синдиника в буквальном смысле означает науку об опасности. Подход на основе синдиники идентифицирует нематериальные источники риска и определяющие факторы, которые могут привести к множеству различных последствий. В частности, данный подход идентифицирует и анализирует:

- несоответствия, двусмысленности, упущения, неинформированность (так называемые дефициты); и
- расхождения между заинтересованными сторонами (так называемые диссонансы).

Подход на основе синдиники начинается со сбора информации о системе или организации, которая является предметом исследования, и синдинической ситуации, определяемой географическим, временным и хронологическим пространством и набором сетей или групп заинтересованных сторон.

Затем метод использует полуструктурированные интервью (см. В.1.5) для сбора информации в разное время (t_1, t_2, \dots, t_i) об уровне знаний и образе мышлений каждой заинтересованной стороны, поскольку они относятся к следующим пяти критериям синдинического подхода:

- цель (основное предназначение организации);
- ценности (высоко оцененные заинтересованными сторонами);
- правила (права, стандарты, процедуры и т. д., регулирующие достигнутые результаты);
- данные (на которых основано принятие решений);
- модели (технические, организационные, человеческие и т. д., которые используют данные при принятии решений).

Примечание – Элементы, характеризующие внутренний и внешний контексты, могут быть объединены в соответствии с пятью критериями синдинического подхода.

Подход учитывает, как восприятия, так и факты.

После сбора данной информации анализируется согласованность между целями, которые будут достигаться, и пятью критериями синдиники, а также составляются таблицы с перечислением дефицитов и диссонансов.

В.3.2.2 Использование

Цель синдинического подхода состоит в том, чтобы понять, почему, несмотря на все меры управления, принятые для предотвращения чрезвычайных происшествий, они все еще происходят. Данный подход был расширен для улучшения экономической результативности организаций. Эта техника направлена на поиск системных источников и определяющих факторов риска в организации, которые могут привести к различным последствиям. Подход применяется на стратегическом уровне и может использоваться для идентификации факторов, действующих благоприятным или неблагоприятным образом на новые цели в ходе эволюции системы.

Он также может быть использован для валидации согласованности любого проекта и особенно полезен при изучении сложных систем.

В.3.2.3 Входы

Описанная выше информация. В анализе обычно принимает участие multidисциплинарная команда, в том числе те, кто имеет реальный опыт работы, и те, кто будет выполнять действия по обработке рисков при идентификации их источников.

В.3.2.4 Выходы

Выходами являются таблицы, которые указывают на диссонансы и дефициты между заинтересованными сторонами, как показано в примерах ниже. В таблице В.2 показана матрица, отображающая дефициты каждой заинтересованной стороны по пяти критериям для анализа (цели, ценности, правила, модели и данные). Путем сравнения информации, собранной в качестве входа для ситуаций, взятых в моменты времени t_1, t_2, \dots, t_i , можно идентифицировать дефициты между различными ситуациями.

Таблица В.2 – Таблица дефицитов для каждой заинтересованной стороны

Заинтересованная сторона	Критерии для анализа				
	Цели	Ценности	Правила	Данные	Модели
S1		Фокусировка на ограниченное количество ценностей	Нет ссылок на процедуры	Нет ссылок на измерения	Нет ссылок на модели
S2	Несогласованность между целями и правилами	Отсутствие ранжирования между ценностями	Отсутствие ранжирования между правилами	Незнание опыта и данных обратной связи от других стран	Незнание конкретных моделей
S3	Несогласованность между целями и стандартами	Фокусировка на конкретную ценность (например, занятость)	Отсутствие ранжирования между правилами	Не уделяется внимания конкретным данным (например, производственные травмы)	Отсутствие приоритетов при выборе моделей

Таблица В.3 представляет собой матрицу, в которой соответствующие заинтересованные стороны представлены по обеим осям, а различия во взглядах между заинтересованными сторонами (так называемые диссонансы) показаны в ячейках матрицы. Данные таблицы позволяют создать программу уменьшения дефицитов и диссонансов.

Таблица В.3 – Таблица диссонансов между заинтересованными сторонами

Заинтересованная сторона	Заинтересованная сторона			
	S1	S2	S3	S4
S1		У S1 и S2 нет одинаковых целей	У S1 и S3 нет одинаковых ценностей	У S1 и S4 нет одинаковых систем измерений
S2			S2 и S3 не достигли согласия в отношении интерпретации процедур	S2 и S4 не достигли согласия в отношении данных
S3				S3 и S4 не достигли согласия в отношении интерпретации правил
S4				

В.3.2.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам синдинического подхода относятся следующие:

- это системный, комплексный и междисциплинарный подход;
- предоставляет знания о потенциальной степени риска для системы и ее согласованности;
- учитывает человеческие и организационные аспекты риска на любом уровне ответственности;
- объединяет понятия пространства и времени;
- предоставляет решения для снижения рисков.

Недостатки включают следующее:

- он не пытается установить приоритетность источников риска или рисков;
- подход получил распространенность в промышленности не так давно. Поэтому он не дает выгод одной и той же зрелости, приобретенной в результате прошлых разработок, как традиционные подходы;
- в зависимости от количества заинтересованных сторон, он может быть время- и ресурсозатратным.

В.3.2.6 Справочные документы

[27] KERVERN, G-Y. Elements fondamentaux des cindyniques

[28] KERVERN, G-Y. Latest advances in cindynics

[29] KERVERN, G-Y. & BOULENGER, P. Cindyniques – Concepts et mode d'emploi

В.3.3 Метод анализа Исикавы (диаграмма «рыбья кость»)

В.3.3.1 Общее описание

Анализ Исикавы использует командный подход для идентификации возможных причин любого желательного или нежелательного события, воздействия, проблемы или ситуации. Возможные способствующие факторы распределены по обширным категориям, охватывающим человеческие, технические и организационные причины. Информация отображается в виде диаграммы «рыбья кость» (также называемой диаграммой Исикавы) (см. рисунок В.1). Основными шагами проведения анализа являются следующие:

- установление анализируемого воздействия и размещение его в голове диаграммы «рыбья кость». Воздействие может быть положительным (цель) или отрицательным (проблема);
- согласование основных категорий причин. Примеры часто используемых категорий включают:
 - например, методы, машинное оборудование, менеджмент, материалы, рабочая сила, деньги (6М);
 - материалы, методы и процессы, окружающая среда, оборудование, персонал, измерения;
 Примечание – Может быть использован любой набор согласованных категорий, которые соответствуют анализируемым обстоятельствам. Рисунок В.1 отображает другую вероятность.
- повторяющиеся вопросы «почему?» и «как это могло произойти?» помогают изучить причины и влияющие факторы в каждой категории, добавляя каждый ответ в диаграмму «рыбья кость»;
- анализ всех ветвей для верификации последовательности и цельности и обеспечения того, что причины относятся к главному воздействию;
- идентификация наиболее важных факторов на основе мнения команды и имеющихся свидетельств.

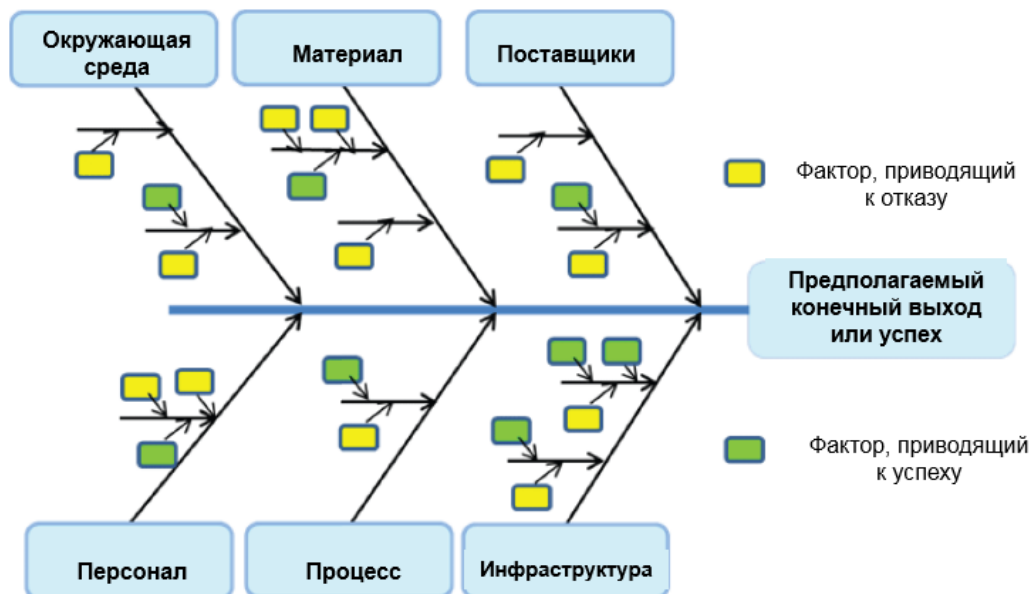


Рисунок В.1 – Пример диаграммы Исикавы (диаграмма «рыбья кость»)

Диаграмму часто разрабатывают на заседании команды.

В.3.3.2 Использование

Анализ Исикавы может быть использован при выполнении анализа коренной причины произошедших событий или для идентификации факторов, которые могут способствовать еще не произошедшим конечным выходам. Данный метод может использоваться для изучения ситуаций на любом уровне организации в любой период времени.

Диаграммы обычно используют для качественной информации. Можно присвоить вероятность общим причинам, а затем и подпричинам, на основе степени уверенности в их обоснованности. Однако,

способствующие факторы часто влияют друг на друга и оказывают комплексное влияние на воздействие, в результате могут возникнуть неидентифицированные причины, которые делают количественную оценку недействительной.

В.3.3.3 Вход

Входом является опыт и знания участников, а также понимание рассматриваемой ситуации.

В.3.3.4 Выход

Выходом является воспринимаемая причина анализируемого воздействия, как правило, отображаемая в виде диаграммы «рыбья кость» или диаграммы Исикавы. Диаграмма «рыбья кость» структурирована путем представления главных категорий в виде основных костей, отходящих от позвоночника рыбы с ответвлениями первого и второго порядка, которые описывают более специфические частные причины в этих категориях.

В.3.3.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам метода Исикавы относятся следующие:

- поощряет участие и использует знания команды;
- обеспечивает сфокусированный подход для мозгового штурма или аналогичных техник идентификации;
- может применяться в самых разных ситуациях;
- обеспечивает структурированный анализ причины, представляя выходы в удобном графическом виде;
- позволяет персоналу сообщать о проблемах в нейтральной среде;
- его можно использовать для идентификации факторов, способствующих как желаемым, так и нежелательным воздействиям.

Примечание – Положительная фокусировка может способствовать большей заинтересованности и участию

Недостатки включают следующее:

- разделение причинных факторов на основные категории в начале анализа означает, что взаимодействие между категориями может рассматриваться неадекватно;
- потенциальные причины, не охватываемые выбранными категориями, не определяются.

В.3.3.6 Справочные документы

[30] ISHIKAWA, K. Guide to Quality Control

См. также IEC 62740 [16] для других техник причинно-следственного анализа.

В.4 Техники анализа средств управления

В.4.1 Общие положения

Техники, приведенные в разделе В.4, могут быть использованы для проверки правильности и адекватности применения средств управления.

Анализ «галстук-бабочка» (В.4.2) и LOPA (В.4.4) идентифицируют барьеры между источником риска и его возможным последствием и могут быть использованы для проверки достаточности этих барьеров.

НАССР (В.4.3) рассматривает точки процесса, в которых можно осуществлять мониторинг условий и вводить средства управления при появлении признаков изменения условий.

Анализ дерева событий (В.5.6) также может быть использован в качестве количественного средства анализа средств управления путем расчета влияния различных средств управления на вероятность последствий.

Любая техника анализа причин может быть использована в качестве основы для проверки того, что над каждой причиной осуществляется управление.

В.4.2 Анализ «галстук-бабочка»

В.4.2.1 Общее описание

Анализ «галстук-бабочка» – это графическое представление маршрута от причин события до его последствий. Он показывает средства управления, которые изменяют вероятность события и/или его последствия, если событие произойдет. Его можно рассматривать как упрощенное представление дерева отказов или дерева успеха (анализ причины события) и дерева событий (анализ последствий).

Диаграммы «галстук-бабочка» могут быть построены, начиная с дерева отказов и дерева событий, но чаще всего создаются непосредственно командой на заседании.

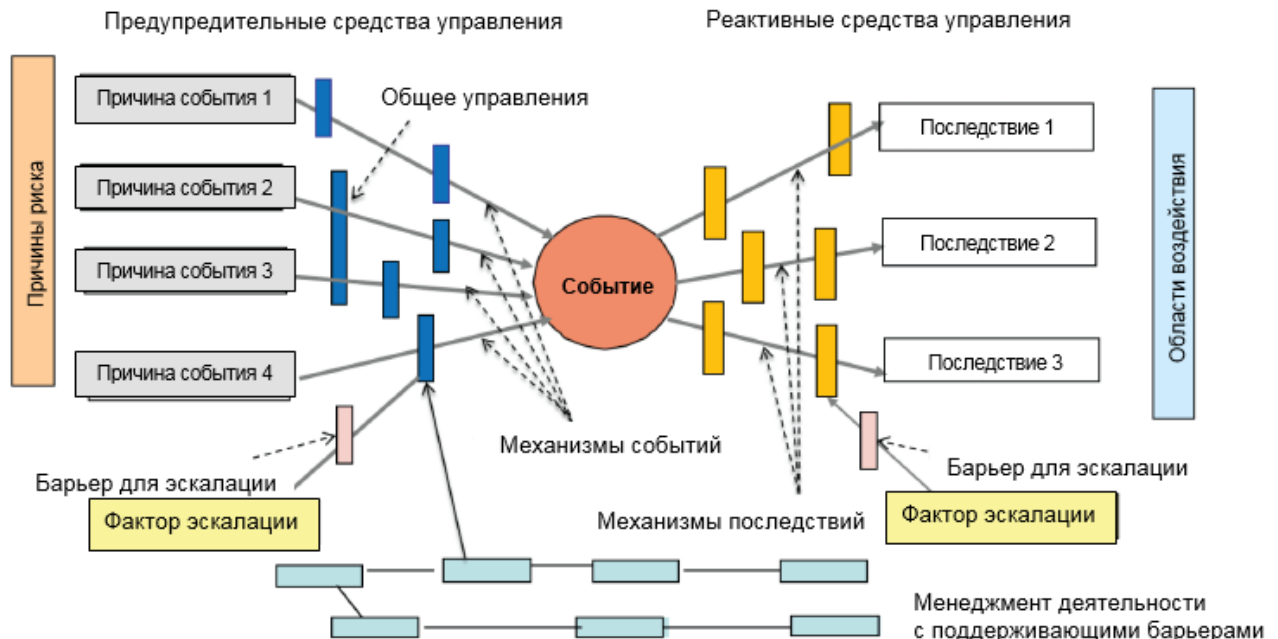


Рисунок В.2 – Пример диаграммы «галстук-бабочка»

Диаграмма «галстук-бабочка» создается следующим образом:

- интересующее событие представлено центральным узлом диаграммы «галстук-бабочка», см. рисунок В.2;
- источники риска (или опасности/угрозы в контексте безопасности) перечислены слева от узла и соединены с узлом линиями, представляющими различные механизмы, с помощью которых источники риска могут привести к событию;
- барьеры или средства управления для каждого механизма показаны в виде вертикальных полос, проходящих через линии;
- справа от узла нарисованы линии, отходящие от события к каждому потенциальному последствию;
- после события вертикальные полосы представляют собой реактивные средства управления или барьеры, которые изменяют последствия;
- добавлены факторы, которые могут привести к отказу средств управления (факторы эскалации), а также средства управления для факторов эскалации;
- функции менеджмента, которые поддерживают средства управления (такие как подготовка и контроль), могут быть показаны под галстуком-бабочкой и связаны с соответствующим средством управления.

Некоторый уровень количественной оценки по диаграмме «галстук-бабочка» может быть возможен в том случае, если маршруты являются независимыми, вероятность конкретного последствия или конечного выхода известна, а вероятность того, что средство управления приведет к отказу, может быть оценена. Однако во многих ситуациях маршруты и барьеры не являются независимыми и средства управления могут быть процедурными, а их результативность не определена. Часто количественную оценку более целесообразно проводить с использованием анализа дерева отказов (В.5.7) и анализа дерева событий (В.5.6) или LOPA (В.4.4).

В.4.2.2 Использование

Анализ «галстук-бабочка» используется для отображения и передачи информации о рисках в ситуациях, когда событие имеет ряд возможных причин и последствий. Он может использоваться для детального изучения причин и последствий событий, которые записаны в простой форме в реестре рисков (В.10.2). В частности, он используется для анализа событий с более серьезными последствиями. Анализ «галстук-бабочка» используется при оценке средств управления для проверки наличия

результативных средств управления каждого маршрута от причины к событию и от события к последствию и выявления факторов, которые могут привести к отказу средств управления (включая отказы систем менеджмента). Анализ может использоваться как основа средства документирования информации о риске, которая не соответствует простому линейному представлению в реестре рисков. Его можно проактивно использовать для рассмотрения потенциальных событий, а также ретроспективно для моделирования событий, которые уже произошли.

Анализ используется, когда ситуация не гарантирует сложности полного анализа дерева отказов и анализа дерева событий, но является более сложной, чем может быть представлено одним маршрутом причина-событие-последствие.

Для некоторых ситуаций могут быть разработаны каскадные связи, когда последствия одного события становятся причиной следующего.

В.4.2.3 Вход

Входы включают информацию о причинах и последствиях заранее определенного события, а также средства управления, которые могут его изменить. Такая информация может быть взята из выхода техник идентификации рисков и средств управления или из опыта отдельных лиц.

В.4.2.4 Выход

Выходом является простая диаграмма, показывающая основные маршруты риска, введенные средства управления и факторы, которые могут привести к отказу средства управления. Он также показывает потенциальные последствия и меры, которые могут быть приняты для изменения события после того, как оно произошло.

В.4.2.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам анализа «галстук-бабочка» относятся следующие:

- он прост для понимания и дает наглядное представление о событии, его причинах и последствиях;
- он фокусирует внимание на средствах управления, которые будут введены, и их результативности;
- анализ может использоваться как для желаемых, так и для нежелательных последствий;
- для его использования не потребуется высокий уровень знаний. Недостатки включают следующее:
 - анализ «галстук-бабочка» не может изобразить ситуацию, когда маршруты от причин к событию не являются независимыми (то есть, где в дереве отказов будут элементы «И»);
 - анализ может чрезмерно упростить сложные ситуации, особенно когда предпринимается количественная оценка.

В.4.2.6 Справочные документы

[31] LEWIS, S. SMITH, K., Lessons learned from real world application of the bow-tie method. [31]

[32] HALE, A. R., GOOSSENS L.H.J., ALE, B.J.M., BELLAMY L.A. POST J. Managing safety barriers and controls at the workplace

[33] MCCONNELL, P. and DAVIES, M. Scenario Analysis under Basel II

В.4.3 Анализ опасностей и критических контрольных точек (НАССР)

В.4.3.1 Общее описание

Анализ опасностей и критические контрольные точки (НАССР) был разработан для обеспечения безопасности пищевых продуктов для космической программы НАСА, но может применяться для процессов или видов деятельности непродовольственной цепи. Техника предоставляет структуру для идентификации источников риска (опасностей или угроз) и введения средств управления на всех соответствующих частях процесса для защиты от них. НАССР используется на операционных уровнях, хотя его результаты могут поддерживать общую стратегию организации. НАССР направлен на обеспечение того, что риски минимизируются путем мониторинга и управления на протяжении всего процесса, а не путем контроля в конце процесса.

НАССР состоит из следующих семи принципов:

- 1) идентификация опасностей, факторов, влияющих на риск, и возможных предупредительных мер;
- 2) определение точек процесса, в которых возможно осуществлять мониторинг и управлять процессом для минимизации угроз (критические контрольные точки или CCP);

3) установление критических пределов для параметров, для которых будут осуществляться мониторинг, то есть следует, чтобы каждая ССР функционировала в рамках конкретных параметров, чтобы обеспечить управляемость риском;

4) установление процедур для мониторинга критических пределов для каждой ССР через определенные интервалы;

5) установление корректирующих действий, которые будут использоваться, когда процесс выходит за установленные пределы;

6) установление процедур верификации;

7) внедрение процедур документирования и хранения записей на каждом этапе.

В.4.3.2 Использование

В большинстве стран НАССР является требованием для организаций, осуществляющим операционную деятельность в любой точке пищевой цепи, от сбора урожая до потребления, для управления рисками, связанными с физическим, химическим или биологическим загрязнением.

Он был расширен для использования в производстве фармацевтических препаратов, медицинских изделий и других областях, где организация сталкивается с биологическими, химическими и физическими рисками.

Принцип работы техники заключается в идентификации источников риска, связанных с качеством выходов процесса, и определении точек в данном процессе, в которых можно осуществлять мониторинг критических параметров и источников риска. Метод может быть обобщен на многие другие процессы, включая финансовые процессы.

В.4.3.3 Входы

Входы включают:

- базовую блок-схему или диаграмму процесса;
- информацию об источниках риска, которые могут повлиять на качество, безопасность или надежность продукции или выходы процесса;
- информацию о точках процесса, где можно осуществлять мониторинг показателей и вводить средства управления.

В.4.3.4 Выходы

Выходы включают записи, включающие перечень анализа опасностей и план НАССР.

В перечне анализа опасностей перечислены все шаги процесса:

- опасности, которые могут вводиться, управляться или усугубляться на данном шаге;
- указание для каждой опасности значимости риска (на основе рассмотрения последствий и вероятности с использованием сочетания опыта, данных и технической литературы);
- обоснование рейтинга значимости;
- возможные предупредительные меры для каждой опасности;
- могут ли меры мониторинга или управления применяться на данном шаге (т.е. является ли это ССР?).

План НАССР определяет процедуры, которым будут следовать для обеспечения управления над конкретным проектом, продукцией, процессом или процедурой План включает в себя перечень всех ССР, и для каждой ССР содержит перечисление:

- критических пределов для предупредительных мер;
- действий по мониторингу и непрерывному управлению деятельности (включая информацию о том, как, когда и кем будет осуществляться мониторинг);
- корректирующих действий, требуемых при обнаружении отклонений от критических пределов;
- действий по верификации, ведению и хранению записей.

В.4.3.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам НАССР относятся следующие:

- НАССР – это структурированный процесс, который предоставляет документированные свидетельства управления качеством, а также идентификации и снижения рисков;
- он сфокусирован на практические аспекты того, как и где в процессе можно обнаружить источники риска и управлять им;
- он обеспечивает управление риском на протяжении всего процесса, а не полагается на контроль конечной продукции;

– он привлекает внимание к риску, вызванному действиями человека, и к тому, как им можно управлять в точке введения или впоследствии.

Недостатки включают следующее:

– HACCP требует, чтобы опасности были идентифицированы, риски, которые они представляют, были определены, а их значимость понималась, как входы для процесса. Соответствующие средства управления также необходимо определить. Может потребоваться объединить HACCP с другими инструментами для предоставления таких входов;

– принятие действий только тогда, когда параметры управления превышают определенные пределы, может пропустить постепенные изменения управляемых параметров, которые являются статистически значимыми и, следовательно, применяются.

В.4.3.6 Справочные документы

[34] ISO 22000, Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain (Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в пищевой цепи)

[35] Food Quality and Safety Systems – A Training Manual on Food Hygiene and the Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System

В.4.4 Анализ уровней защиты (LOPA)

В.4.4.1 Общее описание

LOPA анализирует снижение риска, которое достигается набором средств управления. Его можно рассматривать как частный случай дерева событий (В.5.6), а иногда его выполняют как последующий шаг после исследования HAZOP (В.2.4).

Пара «причина-последствие» выбирается из перечня идентифицированных рисков и определяются независимые уровни защиты (IPL). IPL – это устройство, система или действие, которые способны предотвратить переход сценария к его нежелательным последствиям. Следует, чтобы каждый IPL был независимым от причинного события или любого другого уровня защиты, связанного со сценарием, и поддавался аудиту. IPL включают:

- особенности проекта;
- устройства физической защиты;
- системы блокировки и отключения;
- критические аварийные сигналы и ручное вмешательство;
- физическая защита после событий;
- системы аварийного реагирования.

Стандартные процедуры и/или контроль напрямую не создают барьеров для отказа, поэтому в целом не следует рассматривать их, как IPL. Оценивается вероятность отказа каждого IPL и выполняется расчет порядка возрастания, чтобы определить, является ли общая защита достаточной для снижения риска до допустимого уровня.

Частота возникновения нежелательных последствий может быть рассчитана путем объединения частоты исходной причины с вероятностью отказа каждого IPL с учетом любых условных модификаторов. (Пример условного модификатора – это присутствие человека и возможность его влияния). Порядки возрастания используются для вероятностей и правдоподобности.

В.4.4.2 Использование

LOPA может использоваться в качественной оценке для анализа уровней защиты между причинным фактором и последствием. Он также может использоваться количественно для распределения ресурсов при обработке рисков путем анализа снижения риска, создаваемого каждым уровнем защиты. Он может применяться к системам с долгосрочным или краткосрочным временным интервалом и обычно используется для обращения с рисками операционной деятельности.

LOPA также можно использовать количественно для спецификации IPL и уровней полноты безопасности (уровни SIL) для инструментальных систем, как описано в IEC 61508 (все части) и в IEC 61511 (все части), и для демонстрации достижения определенного уровня SIL.

Примечание – SIL – это дискретный уровень (один из четырех возможных) для определения надежности, требуемой для системы, связанной с безопасностью. Уровень 4 имеет самый высокий уровень полноты безопасности, а уровень 1 – самый низкий.

В.4.4.3 Входы

Входы LOPA включают:

- базовую информацию об источниках, причинах и последствиях событий;
- информацию о введенных средствах управления на местах или предлагаемых методах обработки риска;
- частоту возникновения причинного события и вероятности отказа уровней защиты, меры последствий и определение допустимого риска.

В.4.4.4 Выходы

Выходами являются рекомендации для любых дальнейших обработок риска и оценки остаточного риска.

В.4.4.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам LOPA относятся следующие:

- требует меньше времени и ресурсов, чем анализ дерева событий или полностью количественная оценка рисков, но является более строгим чем субъективные качественные суждения;
- помогает идентифицировать и сфокусировать ресурсы на наиболее важных уровнях защиты;
- идентифицирует виды операционной деятельности, системы и процессы для которых нет достаточных гарантий для защиты;
- фокусируется на самых серьезных последствиях.

К недостаткам LOPA относятся следующие:

- он фокусируется на одной паре «причина-последствие» и одном сценарии одновременно; сложные взаимодействия между рисками или между средствами управления не рассматриваются;
- при количественном использовании он может не учитывать отказы общего вида;
- не применяется к очень сложным сценариям, где есть много пар «причина-последствие», или, где есть различные последствия, влияющие на различные заинтересованные стороны.

В.4.4.6 Справочные документы

[36] IEC 61508 (all parts), Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems (Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью)

[37] IEC 61511 (all parts), Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector (Безопасность функциональная. Контрольно-измерительные системы безопасности для обрабатывающей промышленности)

[38] Layer of protection analysis – Simplified process risk assessment

В.5 Техники понимания последствий и вероятности

В.5.1 Общие положения

Техники, описанные в разделе В.5, направлены на обеспечение лучшего понимания последствий и их вероятности. В целом последствия могут быть исследованы посредством:

- проведения экспериментов, таких как клеточные исследования для изучения последствий воздействия токсинов, а также результатов, применяемых к риску для здоровья человека и окружающей среды;
- исследования прошлых событий, включая эпидемиологические исследования;
- моделирования для определения пути развития последствий определенного провоцирующего фактора и зависимости от введенных средств управления на местах. Это может включать математические или инженерные модели и логические методы, такие как анализ дерева событий (В.5.6);
- техники поощрения творческого мышления, таких как анализ сценариев (В.2.5).

Вероятность события или конкретного последствия может быть оценена посредством:

- экстраполяции ранее полученных данных (при условии наличия достаточного количества соответствующих ранее полученных данных для статистической достоверности анализа). Это, главным образом, относится к нулевым событиям, когда нельзя сделать предположение, поскольку событие или последствие не произошло в прошлом, оно не произойдет в ближайшем будущем;
- синтеза данных, относящихся к частоте отказов или успешного функционирования компонентов систем: с использованием таких техник, как анализ дерева событий (В.5.6), анализ дерева отказов (В.5.7) или анализ причина и последствие (В.5.5);
- техник моделирования для создания, например, вероятности отказов оборудования и конструкций из-за старения и других процессов ухудшения состояния.

Эксперты могут высказать свое мнение о вероятности и последствиях, учитывая соответствующую информацию и ранее полученные данные. Существует ряд формальных методов получения суждений экспертов, которые делают использование их суждений доступным и однозначным (см. раздел В.1).

Последствие и вероятность могут быть объединены, чтобы показать уровень риска. Это может быть использовано для оценки значимости риска путем сравнения уровня риска с критерием приемлемости или для определения ранжирования рисков.

Техники объединения качественных значений последствия и вероятности включают в себя методы индекса риска (В.8.6) и матрицы последствие/вероятность (В.10.3). Единственная мера риска также может быть получена из случайного распределения последствий (см., например, VaR (В.7.2) и CVaR (В.7.3) и S-образные кривые (В.10.4)).

В.5.2 Анализ Байеса (Байесовский анализ)

В.5.2.1 Общее описание

Чаще всего проблемы встречаются там, где есть как данные, так и субъективная информация. Анализа Байеса позволяет использовать оба типа информации при принятии решений. Анализа Байес основан на теореме преподобного Томаса Байеса (1760). В простейшем случае теорема Байеса представляет вероятностную основу для изменения мнения в свете новых свидетельств. Как правило, она выражается следующей формулой (1):

$$Pr(A|B) = \frac{Pr(B|A)Pr(A)}{Pr(B)} \tag{1}$$

где $Pr(A)$ – это предварительная оценка вероятности A ;

$Pr(B)$ – это предварительная оценка вероятности B

$Pr(A|B)$ – это вероятность A , при условии, что B произошло (апостериорная оценка);

$Pr(B|A)$ – это вероятность B , при условии, что A произошло.

Теорема Байеса может быть расширена, чтобы охватывать несколько событий в конкретном пространстве событий.

Например, предположим, что имеются некоторые данные D , которые хотели бы использовать для обновления предыдущего понимания (или отсутствия такового) риска. Мы хотим использовать эти данные, чтобы оценить относительные достоинства числа (N) конкурирующих и непересекающихся гипотез, которые обозначены H_n (где $n = 1, 2, \dots, N$). Затем теорема Байеса может быть использована для вычисления вероятности j -ой гипотезы по формуле (2):

$$Pr(H_j | D) = Pr(H_j) \left[\frac{Pr(D | H_j)}{\sum Pr(H_n)Pr(D | H_n)} \right] \tag{2}$$

где $j = 1, 2 \dots, n$.

Из формулы видно, что после того, как новые данные были учтены, скорректированная вероятность для гипотезы j [т.е. $Pr(H_j|D)$] получается произведением ее априорной вероятности $Pr(H_j)$ на заключенную в квадратные скобки дробь.

Числитель этой дроби – это вероятность получения этих данных, если j -ая гипотеза верна. Знаменатель основан на «законе полной вероятности» – вероятность получения этих данных, если каждая гипотеза одна за другой окажется верной. Знаменатель – это нормировочный множитель.

Байесовскую вероятность можно легче понять, если ее рассматривать как степень уверенности человека в определенном событии, а не как классическую вероятность, основанную на физическом свидетельстве.

В.5.2.2 Использование

Байесовский анализ является средством получения вывода на основе анализа данных, как оценочных, так и эмпирических. Методы Байеса могут быть разработаны для получения вывода о параметрах в рамках модели риска, разработанной для конкретного контекста; например, вероятность события, частота событий или время до события.

Байесовские методы могут использоваться для предварительной оценки представляющего интерес параметра на основе субъективных убеждений. Априорное распределение вероятностей обычно связано с субъективными данными, поскольку оно представляет собой неопределенность знаний. Априорное распределение может быть построено с использованием только субъективных данных или с использованием релевантных данных из аналогичных ситуаций. Априорная оценка может обеспечить

прогноз вероятности события и быть полезной для оценки риска, для которой нет эмпирических данных.

Данные о наблюдаемых событиях затем можно объединить с априорным распределением посредством байесовского анализа, чтобы получить апостериорную оценку представляющего интерес параметра риска.

Теорема Байеса используется для включения новых свидетельств в предыдущие суждения для формирования обновленной оценки.

Байесовский анализ может предоставить точечные и интервальные оценки для представляющего интерес параметра. Такие оценки отражают неопределенности, связанные как с изменчивостью, так и с состоянием знаний. Это отличается от классического частного вывода, который представляет статистически случайную вариацию представляющей интерес переменной.

Модель вероятности, лежащая в основе байесовского анализа, зависит от области применения. Например, вероятностная модель Пуассона может использоваться для таких событий, как несчастные случаи, несоответствия или несвоевременные поставки, или модель вероятности биномиального распределения может использоваться для разовых элементов. Все чаще принято строить вероятностную модель для представления причинно-следственных связей между переменными в виде сети Байеса (В.5.3).

В.5.2.3 Входы

Входами для байесовского анализа являются оценочные и эмпирические данные, необходимые для структурирования и количественной оценки вероятностной модели.

В.5.2.4 Выходы

Как и классическая статистика, байесовский анализ предоставляет оценки, как отдельных величин, так и интервалов для представляющего интерес параметра, и может применяться к широкому диапазону выходов.

В.5.2.5 Преимущества и недостатки

Преимущества включают следующие:

- суждения, выведенные путём заключения, легко понять;
- анализ предоставляет механизм использования субъективных представлений о проблеме;
- предоставляет механизм для объединения предыдущих суждений с новыми данными.

Недостатки включают следующее:

- с помощью анализа можно производить апостериорные распределения, которые сильно зависят от выбора априорной вероятности;
- решение сложных проблем может влечь больших вычислительных затрат и быть трудозатратным.

В.5.2.6 Справочные документы

[39] GHOSH, J., DELAMPADY, M. and SAMANTA, T. An introduction to Bayesian analysis, New York Springer-Verlag, 2006

[40] QUIGLEY, J.L., BEDFORD, T.J. and WALLS, L.A. Prior Distribution Elicitation

В.5.3 Сети Байеса и диаграммы влияния

В.5.3.1 Общее описание

Байесовская сеть (сеть Байеса или BN) представляет собой графическую модель, узлы которой представляют случайные величины (дискретные и/или непрерывные) (рисунок В.3). Узлы связаны направленными дугами, которые представляют прямые зависимости (которые часто являются причинными связями) между переменными.

Узлы, указывающие на узел X , называются его родителями и обозначаются как $pa(X)$. Взаимоотношение между переменными количественно определяется условным распределением вероятностей (CPD), связанным с каждым узлом, обозначаемым $P(X|pa(X))$, где состояние дочерних узлов зависит от комбинации значений родительских узлов. На рисунке В.3 вероятности указаны точечными оценками.

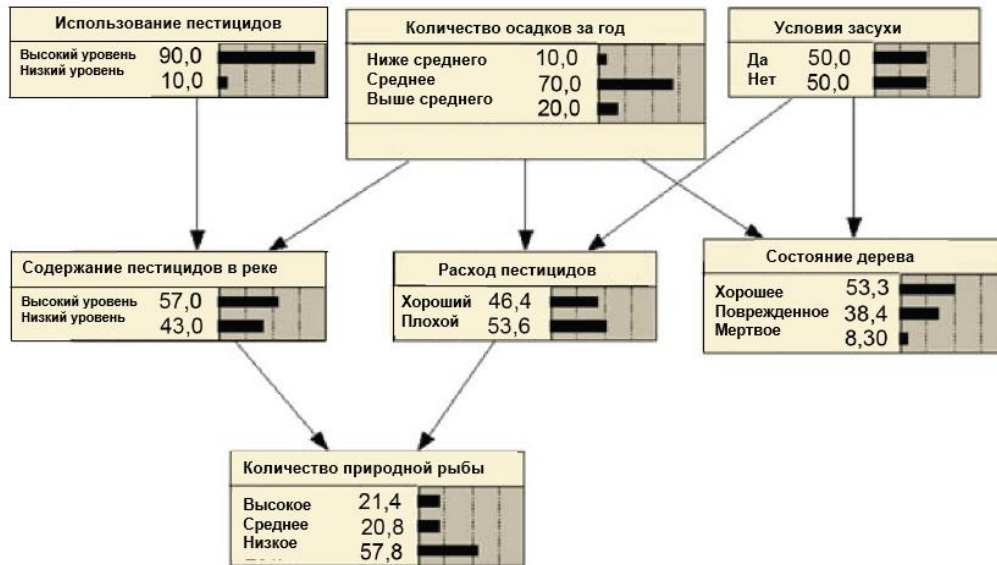


Рисунок В.3 – Байесовская сеть, показывающая упрощенную версию реальной экологической проблемы: моделирование популяций местных рыб в Виктории, Австралия

В.5.3.2 Использование

Базовая BN содержит переменные, которые представляют неопределенные события и могут использоваться для оценки вероятности или риска, или для определения ключевых факторов риска, ведущих к специфическим последствиям.

BN может быть расширена и включать действия по принятию решений и оценки, а также неопределенности, и в этом случае она известна, как диаграмма влияния, которая может использоваться для оценки воздействия средств управления/снижения риска или для оценки вариантов вмешательства.

Модель BN может быть построена, как качественное представление проблемы заинтересованными сторонами, а затем количественно оценена с использованием соответствующих данных, в том числе оценочных (например, анализ рисков для склада лекарственных препаратов), или же модель BN может быть получена с использованием только эмпирических данных (например, электронные поисковые системы, финансовые риск). Независимо от формы BN, основной механизм вывода основан на теореме Байеса и имеет общие характеристики байесовского анализа (В.5.2).

BN использовались во многих областях применения: включая принятие решений в области охраны окружающей среды, медицинскую диагностику, продление срока эксплуатации ключевых инфраструктур, риск для цепи поставок, моделирование изображений при разработке новой продукции и процессов, генетику, распознавание речи, экономику, исследование космоса и электронные поисковые системы.

В целом, BN предоставляют визуальные модели, которые поддерживают формулирование проблем и взаимодействие между заинтересованными сторонами. Модели BN позволяют проводить анализ чувствительности, чтобы изучить сценарии «что, если?». Построение качественной структуры BN может поддерживаться с помощью причинного картирования (В.6.1), а BN может использоваться в сочетании с анализом сценариев (В.2.5) и кросс-факторным анализом (В.6.2).

BN полезны для получения входов от заинтересованных сторон и согласования решений между ними в условиях высокой неопределенности и расхождений во взглядах заинтересованных сторон. Представление понятно, хотя для его создания требуется опыт.

BN могут быть полезны для составления карт анализа рисков для заинтересованных сторон, не являющихся специалистами, способствуя прозрачности допущений и процессов и рассматривая неопределенность математически обоснованным образом.

В.5.3.3 Входы

Входы для BN требуют понимания системных переменных (узлов), причинных связей между ними (направленных дуг) и априорной и условной вероятностей для этих взаимоотношений.

В случае диаграммы влияния также требуются оценки (например, финансовые потери, травмы и т. д.).

В.5.3.4 Выходы

BN обеспечивают условные и безусловные распределения в графическом выводе, который обычно считается легко интерпретируемым, по крайней мере, по сравнению с другими моделями черного ящика. Модель BN и данные могут быть легко модифицированы, чтобы легко визуализировать отношения и исследовать чувствительность параметров к различным входам.

В.5.3.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам BN относятся следующие:

- существует легкодоступное программное обеспечение, которое является относительно доступным для использования и понимания;
- BN имеют прозрачную структуру и способны быстро запускать сценарии и анализировать чувствительность выходов к различным допущениям;
- могут включать субъективные убеждения о проблеме с учетом данных.

Недостатки включают следующее:

- определение всех взаимодействий для сложных систем является трудным и может стать трудоемким в вычислительном отношении, когда таблицы условных вероятностей становятся слишком объемными;
- BN часто являются статическими и обычно не включают в себя петли обратной связи. Однако случаи использования динамических BN возрастают;
- установка параметров требует знания многих условных вероятностей, которые обычно определяются экспертным суждением. BN могут предоставлять ответы только на основе таких допущений (ограничение, которое является общим для других техник моделирования);
- пользователь может вводить ошибки, но выход может по-прежнему давать правдоподобный ответ; проверка экстремумов может помочь определить нахождение ошибок.

В.5.3.6 Справочные документы

[41] NEIL, Martin and FENTON, Norman. Risk Assessment and Decision Analysis with Bayesian Networks CRC Press, 2012

[42] JENSEN, F.V., NIELSEN T. D. Bayesian Networks and Decision Graphs, 2nd ed. Springer, New York, 2007

[43] NICHOLSON, A., WOODBERRY O and TWARDY C, The "Native Fish" Bayesian networks. Bayesian Intelligence Technical Report 2010/3, 2010

[44] NETICA TUTORIAL

В.5.4 Анализ воздействия на бизнес(BIA)

В.5.4.1 Общее описание

Анализ воздействия на бизнес исследует, как инциденты и события могут повлиять на операционную деятельность организации, а также идентифицирует и количественно оценивает возможности, необходимые для управления. В частности, BIA обеспечивает согласованное понимание:

- критичности ключевых бизнес-процессов, функций и связанных с ними ресурсов, а также ключевых взаимозависимостей, существующих для организации;
- того, как деструктивные события повлияют на потенциальные и функциональные возможности достижения критически важных бизнес-целей;
- потенциальные и функциональные возможности, необходимые для управления последствиями нарушений и восстановления до согласованных уровней деятельности.

BIA может проводиться с использованием анкет, интервью, структурированных семинаров или комбинации всех трех.

В.5.4.2 Использование

BIA используется для определения сроков критичности и восстановления процессов и связанных с ними ресурсов (например, работников, оборудования и информационных технологий) для обеспечения надлежащего планирования деструктивных событий. BIA также помогает в определении взаимозависимостей и взаимосвязей между процессами, внутренними и внешними сторонами, а также любых связей цепи поставок.

Анализ также может использоваться как часть анализа последствий при рассмотрении последствий деструктивных событий.

ВИА предоставляет информацию, которая помогает организации определить и выбрать соответствующие стратегии обеспечения непрерывности бизнеса, чтобы обеспечить результативное реагирование и восстановление после деструктивного инцидента.

В.5.4.3 Входы

Входы включают:

- информацию о целях, стратегическом направлении, окружающей среде, активах и взаимозависимостях в организации;
- обзор коммерческой продукции и услуг организации и их связи с бизнес-процессами;
- оценку приоритетов, используя предыдущий анализ со стороны руководства;
- подробная информация о деятельности и операциях организации, включая процессы, ресурсы, отношения с другими организациями, цепи поставок, договоренности со сторонними организациями и заинтересованными сторонами;
- информацию, позволяющую оценить финансовые, правовые и практические последствия потери критических процессов;
- подготовленную анкету или другие средства сбора информации;
- выходы других оценок рисков и анализа критических инцидентов, связанных с конечными выходами деструктивных инцидентов;
- перечень работников соответствующих областей организации и/или заинтересованных сторон, с которыми можно связаться.

В.5.4.4 Выходы

Выходы включают:

- перечень ранжированных по приоритетности продукции и услуг организации;
- документы, детализирующие информацию, собранную в качестве входов;
- перечень приоритетных критических процессов и связанных с ними взаимозависимостей;
- документированные последствия потери критических процессов, включая финансовые, правовые, экологические и операционные воздействия;
- информацию о поддерживающих ресурсах и видах деятельности, необходимых для восстановления критических процессов;
- оценку временных воздействий отказа от предоставления продукции и услуг в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе;
- приоритетные сроки возобновления поставки данной продукции и услуг на установленном минимальном уровне, принимая во внимание время, после которого воздействия их невозможности станут неприемлемыми.
- временные рамки периода простоя для критического процесса и соответствующие временные рамки восстановления информационных технологий.

В.5.4.5 Преимущества и недостатки

Преимущества ВИА включают обеспечение:

- глубокого понимания критических процессов, которые позволяют организации достигать своих целей и которые могут определять области для улучшения бизнеса;
- информации, необходимой для планирования отклика организации на деструктивное событие;
- понимания ключевых ресурсов, требуемых в случае нарушения деятельности;
- возможности повторно определить операционный процесс организации, чтобы помочь улучшить устойчивость организации.

Недостатки включают следующее.

- ВИА основывается на знаниях и восприятии участников, вовлеченных в заполнение анкет, или принимающих участие в интервью или семинарах. Это может привести к упрощенным или чрезмерно оптимистичным ожиданиям при формулировании требований к восстановлению;
- групповая динамика может отрицательно повлиять на полный анализ критического процесса;
- это может привести к упрощенным или чрезмерно оптимистичным ожиданиям при формулировании требований к восстановлению;
- получение адекватного уровня понимания операций и действий организации.

В.5.4.6 Справочные документы

[45] ISO TS 22317, Societal security – Business continuity management systems – Guidelines for Business Impact Analysis (Безопасность и устойчивость. Системы менеджмента непрерывности бизнеса. Руководство по анализу последствий для бизнеса)

[46] ISO 22301, Societal security – Business continuity management systems – Requirements (Безопасность и устойчивость. Системы менеджмента непрерывности бизнеса. Требования)

В.5.5 Анализ причины и последствия (ССА)

В.5.5.1 Общее описание

В некоторых случаях событие, которое может быть проанализировано с помощью дерева отказов, лучше рассмотреть посредством ССА. Например:

- если легче разработать последовательность событий, чем причинно-следственные связи;
- если FTA может стать очень объемным;
- если есть отдельные команды, занимающиеся различными частями анализа.

На практике это часто не конечное событие, которое определяется первым, а потенциальные события на границе между функциональной и технической областью.

Например, рассмотрим событие «потеря экипажа или транспортного средства» в рамках миссии космического корабля. Вместо создания большого дерева отказов на основе данного конечного события могут быть определены промежуточные нежелательные события, такие как отказы системы зажигания или сбой тягового усилия, в качестве конечных событий, и проанализированы как отдельные деревья отказов. Данные конечные события затем будут использоваться в качестве входов для деревьев событий для анализа последствий операционной деятельности.

Можно выделить два типа ССА, в зависимости от того, какая часть анализа больше соответствует обстановке. Если требуются подробные причины, но приемлемо более общее описание последствий, тогда часть дерева ошибок в анализе расширяется и анализ обозначается, как ССА-SELF (большое дерево отказов маленького дерева событий). Если требуется подробное описание последствий, но причина может быть рассмотрена менее подробно, то анализ обозначается, как ССА-LESF (маленькое дерево отказов большого дерева событий). На рисунке В.4 показана концептуальная диаграмма типичного анализа причины и последствия.

В.5.5.2 Использование

Как и анализ дерева отказов, ССА используется для представления логики отказов, ведущей к критическому событию, но он расширяет функциональность дерева отказов, позволяя анализировать последовательные отказы во времени. Данный метод также позволяет включить в анализ последствий временные задержки, что невозможно для деревьев событий. Он анализирует различные маршруты, по которым система может следовать после критического события в зависимости от поведения определенных подсистем (таких как системы реагирования на чрезвычайные ситуации).

Количественный анализ причины и последствия дает оценку вероятности различных возможных последствий после критического события.

Поскольку каждая последовательность на причинно-следственной диаграмме представляет собой комбинацию деревьев подотказов, причинно-следственный анализ может использоваться для построения больших деревьев отказов.

Поскольку диаграммы сложны в построении и использовании, данная техника чаще всего применяется, когда масштаб потенциального последствия отказа оправдывает напряженные усилия.

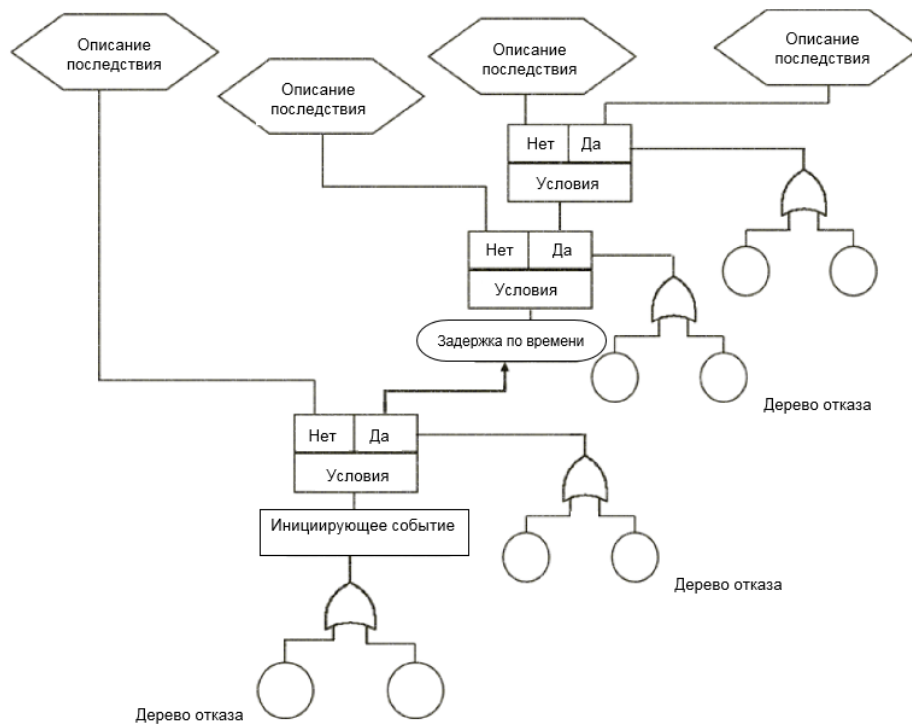


Рисунок В.4 – Пример причинно-следственной диаграммы

В.5.5.3 Входы

Требуется понимание системы, ее режимов отказов и сценариев отказов.

В.5.5.4 Выходы

Выходы ССА:

- схематическое представление того, как система может привести к отказу, с отображением, как причин, так и последствий;
- оценка вероятности возникновения каждого потенциального последствия на основе анализа вероятностей возникновения определенных условий после критического события.

В.5.5.5 Преимущества и недостатки

В дополнение к преимуществам деревьев отказов и событий, ССА лучше способен представлять причины и последствия рассматриваемого события и временные зависимости, по сравнению с данными техниками.

К недостаткам относится то, что ССА является более сложным, чем анализ дерева отказов и дерева событий, как для построения, так и для учета зависимостей во время количественного определения.

В.5.5.6 Справочные документы

[47] ANDREWS J.D, RIDLEY L.M. 2002. Application of the cause-consequence diagram method to static systems

[48] NIELSEN D.S. The Cause/Consequence Diagram Method as a Basis for Quantitative Accident Analysis

В.5.6 Анализ дерева событий (ETA)

В.5.6.1 Общее описание

ETA – это графический метод, представляющий взаимоисключающие последовательности событий, которые могут возникнуть после исходного события, в зависимости от того, функционируют ли различные системы, предназначенные для изменения последствий, или нет. Дерево может быть выражено количественно, чтобы обеспечить вероятности различных возможных конечных выходов (см. рисунок В.5).

Дерево начинается с исходного события, затем для каждого средства управления рисуются линии, чтобы отобразить его успех или отказ. Вероятность отказа или успеха может быть задана для каждого

средства управления посредством экспертного суждения, на основании данных или анализа отдельных деревьев отказов. Вероятности являются условными. Например, вероятность функционирования элемента не является вероятностью, полученной в результате испытаний в нормальных условиях, а вероятность функционирования в условиях исходного события.

Частота различных конечных выходов представлена произведением отдельных условных вероятностей и вероятности или частоты исходного события, учитывая, что различные события независимы. На рисунке В.5 вероятность исходного события принята равной 1.

В.5.6.2 Использование

ЕТА может использоваться качественно для анализа возможных сценариев и последовательностей событий после исходного события, а также для изучения влияния различных средств управления на конечные выходы. Его можно применять на любом уровне организации и для любого типа исходного события.

Количественный ЕТА может использоваться для оценки приемлемости средств управления и относительной важности различных средств управления для общего уровня риска. Количественный анализ требует, чтобы средства управления либо работали, либо не работали (то есть он не может учитывать средства управления с ухудшенными свойствами), и чтобы средства управления были независимыми. Это в основном относится к функциональным вопросам. ЕТА можно использовать для моделирования исходных событий, которые могут принести убытки или прибыль. Однако обстоятельства, при которых необходимо найти маршруты оптимизации прибыли, чаще всего моделируются с использованием дерева решений (В.9.3).

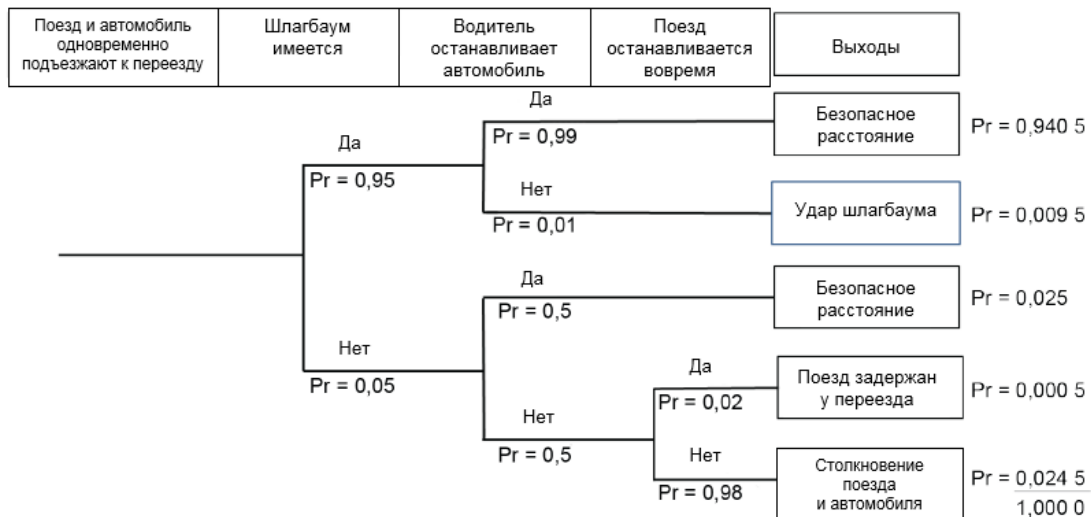


Рисунок В.5 – Пример анализа дерева событий

В.5.6.3 Входы

Входы включают:

- заданное исходное событие;
- информацию о барьерах и средствах управления, а также, для количественного анализа, вероятности их отказа;
- понимание возможных сценариев.

В.5.6.4 Выходы

К выходам ЕТА относятся следующие:

- качественные описания потенциальных результатов исходных событий;
- количественные оценки интенсивности/частот или вероятностей событий и относительной важности различных последовательностей отказов и содействующих событий;
- количественные оценки результативности средств управления.

В.5.6.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам ЕТА относятся следующие:

- потенциальные сценарии, следующие за исходным событием, анализируются, а влияние на успех или отказ средств управления имеет четкое схематическое представление, которое при необходимости можно определить количественно;
- идентифицирует конечные события, которые могли не быть предусмотрены иным способом;
- идентифицирует возможные единичные отказы, области, в которых система может быть уязвимой и контрмеры, которые не будут иметь значительных последствий, и, следовательно, может использоваться для улучшения результативности управления;
- техника учитывает временные рамки и эффекты домино, которые слишком объемны для моделирования в деревьях отказов.

Недостатки включают следующее:

- для всестороннего анализа необходимо идентифицировать все возможные исходные события. Всегда существует вероятность пропустить некоторые важные исходные события или последовательности событий;
- рассматриваются только состояния успеха и отказа системы и трудно включить частично работающие средства управления, отложенные события успеха или события восстановления;
- любой маршрут зависит от событий, которые произошли в предыдущих точках разветвления маршрута. Поэтому рассматриваются множество зависимостей по возможному маршруту. Однако некоторые зависимости, такие как общие компоненты, служебные системы и операторы, могут быть упущены, что приводит к оптимистической оценке вероятности конкретных последствий;
- для сложных систем дерево событий может быть трудным построить с нуля.

В.5.6.6 Справочные документы

[49] ИЕС 62502, Analysis techniques for dependability – Event tree analysis (Методы анализа надежности. Анализ методом дерева событий (ETA))

[50] ИЕС TR 63039, Probabilistic risk analysis of technological systems – Estimation of final event rate at a given initial state (Вероятностный анализ риска технологических систем. Оценка вероятности конечного события при заданном исходном состоянии)

В.5.7 Анализ дерева отказов (неисправностей) (FTA)

В.5.7.1 Общее описание

FTA – это техника идентификации и анализа факторов, способствующих определенному нежелательному событию (называемому «конечным событием»). Конечное событие анализируется путем идентификации его непосредственных и необходимых причин. Это могут быть аппаратные или программные отказы, ошибки, вызванные человеческим фактором, или любые другие соответствующие события. Логическая связь между данными причинами представлена рядом логических элементов, таких как логические элементы «И» и «ИЛИ». Каждая причина затем анализируется пошагово таким же образом, пока дальнейший анализ не станет непродуктивным. Результат представляется графически в виде древовидной диаграммы (см. рисунок В.6), которая является графическим представлением булевого уравнения.

В.5.7.2 Использование

FTA используется в основном на операционном уровне и для краткосрочных и среднесрочных вопросов. Он используется качественно для идентификации потенциальных причин и маршрутов к конечному событию или количественно для расчета вероятности конечного события. Для количественного анализа необходимо следовать строгой логике. Это означает, что события на входах логического элемента «И» будут необходимыми и достаточными для того, чтобы вызвать вышеуказанное событие, а события в логическом элементе «ИЛИ» представляют все возможные причины вышеуказанного события, любая из которых может быть единственной причиной. Техники, основанные на бинарных диаграммах решений или булевой алгебре, затем используются для учета повторяющихся режимов отказов.

FTA может использоваться во время проектирования, для выбора между различными вариантами или во время функционирования системы, чтобы идентифицировать то, как могут происходить серьезные отказы, а также относительную важность различных маршрутов к конечному событию.

Техники, которые тесно связаны между собой – это дерево причин, которое используется в ретроспективе для анализа уже произошедших событий, и дерево успеха, где главное событие – успех. Последний метод используется для изучения причин успеха с целью достижения будущих успехов.

Вероятности, как правило, выше в дереве успеха, чем в дереве отказов, и при расчете вероятности конечного события следует учитывать возможность того, что события могут не быть взаимоисключающими.

В.5.7.3 Входы

Входами анализа дерева отказов являются следующие:

- требуется понимание системы и причин отказа или успеха, а также техническое понимание того, как система ведет себя в различных обстоятельствах. Для анализа также используются подробные диаграммы;
- при количественном анализе дерева отказов для всех базовых событий требуются данные об интенсивности отказов, или вероятности нахождения в состоянии отказа, или о частоте отказов, и, при необходимости, интенсивности ремонта/восстановления и т. д.;
- для сложных ситуаций рекомендуется наличие программного обеспечения и понимание теории вероятностей и булевой алгебры, чтобы ввод данных в программное обеспечение был сделан правильно.

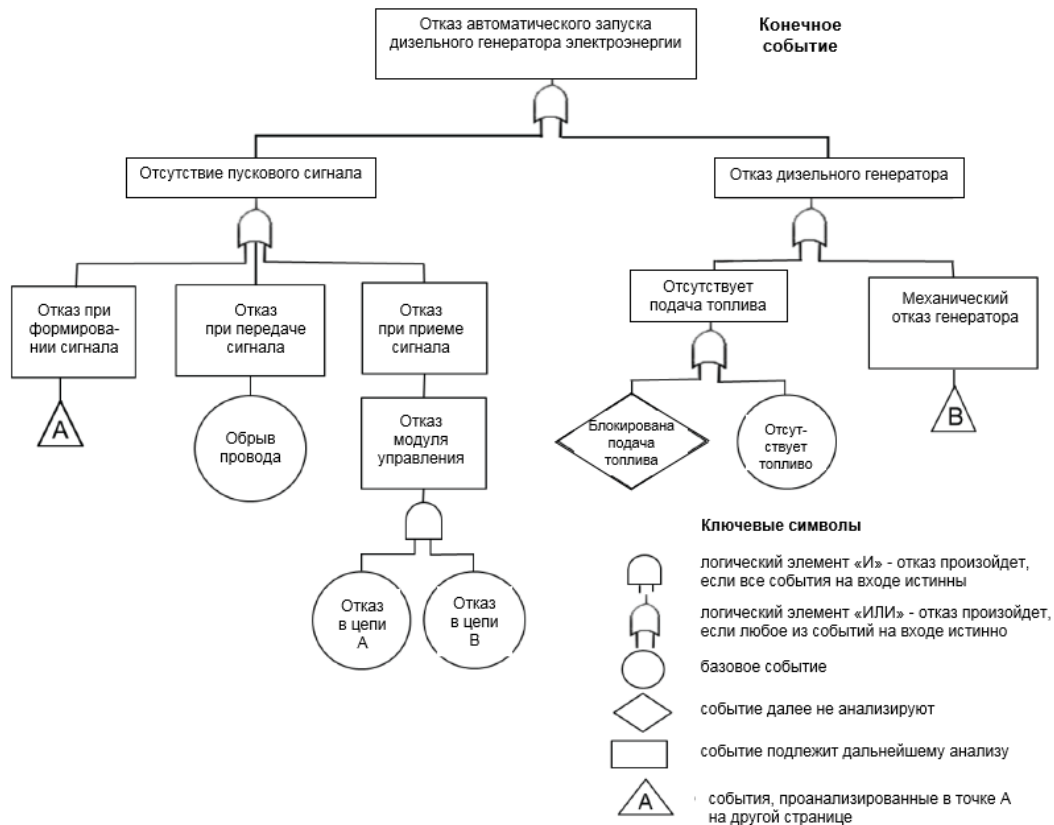


Рисунок В.6 – Пример дерева отказов

В.5.7.4 Выходы

Выходы анализа дерева отказов:

- наглядное представление того, как может происходить конечное событие, которое показывает взаимодействующие маршруты, каждый из которых включает в себя наступление двух или более (основных) событий;
- перечень минимальных сечений (индивидуальных маршрутов к отказу) с вероятностью того, что каждое произойдет, при условии наличия данных;
- в случае количественного анализа – вероятность конечного события и относительная важность основных событий.

В.5.7.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам FTA относятся следующие:

- дисциплинированный подход, который является в высокой степени систематическим, но в то же время достаточно гибким, чтобы позволить анализировать различные факторы, включая взаимодействие с человеком и физические явления;
- он главным образом используется для анализа систем с множеством интерфейсов и взаимодействий;

- обеспечивает наглядное представление, облегчающее понимание поведения системы и прилежащих факторов;
- логический анализ деревьев отказов и определение сечений полезен при идентификации простых маршрутов отказов в сложной системе, где можно упустить из вида определенные комбинации событий и последовательностей событий, которые приводят к конечному событию;
- он может быть адаптирован к простым или сложным проблемам с уровнем усилий, зависящим от сложности.

Недостатки включают следующее:

- в некоторых ситуациях может быть трудно определить, включены ли все важные маршруты к конечному событию; например, включение всех источников возгорания в анализе пожара. В этих ситуациях невозможно рассчитать вероятность конечного события;
- временные взаимозависимости не рассматриваются;
- FTA рассматривает только двоичные состояния (успех/отказ);
- хотя режимы обработки ошибок, вызванных человеческим фактором, могут быть включены в дерево отказов, характер и степень таких отказов может быть сложно определить;
- FTA анализирует одно конечное событие. Он не анализирует вторичные или случайные отказы;
- FTA может быть очень объемным для крупномасштабных систем.

В.5.7.6 Справочные документы

[51] IEC 61025, Fault tree analysis (FTA) (Анализ дерева отказов (FTA))

[16] IEC 62740, Root cause analysis (RCA) (Анализ основных причин (RCA))

В.5.8 Анализ надежности человеческого фактора (HRA)

В.5.8.1 Общее описание

HRA относится к группе техник, которые направлены на оценку вклада человека в надежность и безопасность системы путем идентификации и анализа вероятности неправильных действий. Несмотря на то, что HRA чаще всего применяется для анализа ухудшения пригодности операторов в контексте безопасности, аналогичные методы могут применяться для повышения уровня пригодности. HRA применяется на тактическом уровне для конкретных задач, где корректные показатели имеют критическое значение.

Вначале выполняется иерархический анализ задач для идентификации шагов и подшагов деятельности. Механизмы потенциальной ошибки идентифицируются для каждого подшага, часто используя набор подсказок ключевых слов (таких как слишком рано, слишком поздно, неправильный объект, неправильное действие, правильный объект).

С помощью HRA можно идентифицировать источники таких ошибок (такие как отвлекающий фактор, полезное время работы сокращено и т. д.) и информацию, используемую для сокращения вероятности ошибки в рамках задачи. Также идентифицируются факторы, связанные с самим человеком, организацией или средой, которые влияют на вероятность ошибки (фактор, оказывающий влияние на пригодность (PSF)).

Вероятность неправильного действия может быть оценена различными методами, в том числе с использованием базы данных схожих задач или экспертного суждения. Как правило, сначала определяются номинальная частота появления ошибок для типа задачи, затем применяется множитель для представления поведенческих факторов или факторов окружающей среды, которые повышают или уменьшают вероятность отказа. Для применения таких основных шагов были разработаны различные методы.

Методы, применяемые ранее, уделяли особое внимание оценке вероятности отказа. Более современные качественные методы фокусируются на когнитивных причинах вариаций пригодности человека, проводя более глубокий анализ того, как внешние факторы модифицируют пригодность, не сосредотачиваясь на попытках рассчитать вероятность отказа.

В.5.8.2 Использование

Качественный HRA может использоваться:

- во время проектирования, чтобы системы были спроектированы таким образом, чтобы минимизировать вероятность ошибок операторов;
- во время модификации системы, чтобы рассмотреть вероятность влияния на пригодность человека в любом направлении;
- для улучшения процедур для сокращения количества ошибок;
- для содействия идентификации и уменьшению факторов, вызывающих ошибки, в окружающей среде или в организационной структуре.

Количественный HRA используется для предоставления данных о пригодности человеком в качестве входов для методов логического дерева или других техник оценки риска.

В.5.8.3 Входы

Входы включают:

- информацию для определения задач, которые следует выполнять персоналу;
- опыт, связанный с типами ошибок или внеплановой деятельности, возникающих на практике;
- проверку пригодности человека и факторов, на нее влияющих;
- знание экспертом техник, которые будут использоваться.

В.5.8.4 Выходы

Выходы включают:

- перечень ошибок или внеплановой деятельности, которые могут возникнуть, и методы, с помощью которых они могут быть усовершенствованы путем повторного проектирования системы;
- модели, типы, причины и последствия пригодности человека;
- качественную или количественную оценку риска, связанного с особенностями деятельности.

В.5.8.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам HRA относятся следующие:

- он предоставляет формальный механизм, включающий пригодность человека при рассмотрении рисков, связанных с системами, в которых люди играют важную роль;
- формальное рассмотрение моделей и механизмов пригодности человека, основанных на понимании когнитивных механизмов, может помочь идентифицировать способы модификации риска.

Недостатки включают следующее:

- методы лучше всего подходят для рутинных задач, выполняемых в хорошо управляемых условиях. Методы менее пригодны для сложных задач, или, когда действия будут основываться на множественных и, возможно, противоречивых источниках информации;
- многие виды деятельности не имеют простой модели «успех/отказ». HRA сложно применять для рассмотрения частичного воздействия на пригодность как, например, на качество действий или решений;
- количественная оценка, как правило, сильно зависит от мнения экспертов, поскольку имеется недостаточно верифицированных данных.

В.5.8.6 Справочные документы

[51] IEC 62508, Guidance on human aspects of dependability (Руководство по человеческим аспектам, связанным с надежностью систем)

[52] BELL Julie, HOLROYD Justin, Review of human reliability assessment method

[53] OECD, Establishing the Appropriate Attributes in Current Human Reliability Assessment Techniques for Nuclear Safety

В.5.9 Анализ Маркова

В.5.9.1 Общее описание

Анализ Маркова – это количественный метод, который применяется к любой системе, которую можно описать через набор дискретных состояний и переходов между ними, при условии, что эволюция из ее текущего состояния не зависит от ее состояния в любой момент времени в прошлом.

Обычно предполагается, что переходы между состояниями происходят через определенные интервалы с соответствующими вероятностями переходов (дискретная временная цепь Маркова). На практике это чаще всего возникает, если система проверяется через равные промежутки времени для определения ее состояния. В некоторых областях применения переходы регулируются экспоненциально распределенными случайными моментами времени с соответствующей интенсивностью переходов (непрерывная временная цепь Маркова). Метод обычно используется для анализа надежности, см. IEC 61165.

Состояния и их переходы могут быть представлены на диаграмме Маркова как показано на рисунке В.7. Здесь круги представляют состояния, а стрелки представляют переходы между состояниями и связанные с ними вероятности перехода. Данный пример имеет только четыре состояния: исправное (S1), удовлетворительное (S2), плохое (S3) и состояние отказа (S4). Предполагается, что каждое утро система проверяется и классифицируется в одном из этих четырех состояний. Если система отказала, она всегда ремонтируется в этот же день и возвращается в исправное состояние.

Система также может быть представлена матрицей перехода, как показано в таблице В.4. Необходимо обратить внимание, что в этой таблице сумма для каждой из строк равна 1, так как значения представляют вероятности для всех возможных переходов в каждом случае.

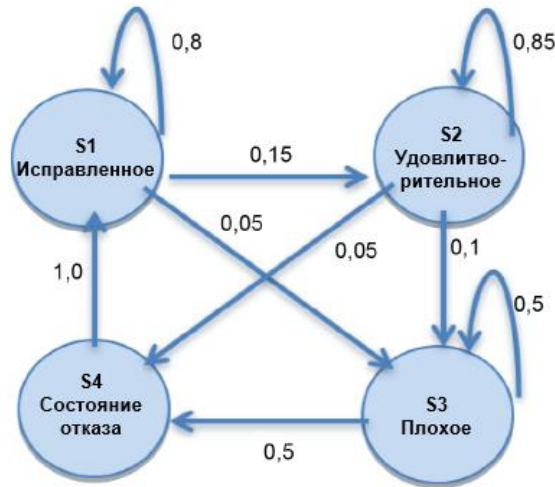


Рисунок В.7 – Пример диаграммы Маркова

Таблица В.4 – Пример матрицы Маркова

		Следующее состояние после перехода			
		S1, исправное	S2, удовлетворительное	S3, плохое	S4, состояние отказа
Текущее состояние	S1, исправное	0,8	0,15	0,05	0
	S2, удовлетворительное	0	0,85	0,1	0,05
	S3, плохое	0	0	0,5	0,5
	S4, состояние отказа	1	0	0	0

В.5.9.2 Использование

Анализ Маркова можно быть использован для оценки:

- долгосрочной вероятности того, что система находится в определенном состоянии; например, это может быть вероятность того, что в технологической машине, работающей должным образом, произойдет отказ компонента или уровень питания упадет ниже критического порога;
- ожидаемого времени до первого отказа для сложной системы (время первого прохождения) или ожидаемого времени до возвращения системы в указанное состояние (время возвращения).

Примеры систем, состояний и переходов в разных областях приведены в таблице В.5.

Таблица В.5 – Примеры систем, к которым может применяться анализ Маркова

Системы	Состояния	Переходы
Технические системы	Состояние техники	Физический износ, поломка, ремонт
Производство	Уровень производства	Операционная деятельность, очистка, сброс в исходное состояние
Маркетинг	Бренд куплен	Лояльность к бренду, смена бренда
Бухгалтерский учет	Статус дебиторской задолженности	Оплата, полное списание со счета, предоставление кредита
Здравоохранение	Состояние пациента	Инфекция, выздоровление, лечение, рецидив
Водохранилище	Количество воды	Приток, отток, испарение
Человеческие ресурсы	Должностные категории	Передвижение между должностными категориями и уход с работы

В.5.9.3 Входы

Входами для анализа Маркова являются набор дискретных состояний, в которых может пребывать система, понимание возможных переходов, которые необходимо смоделировать, и оценки вероятностей переходов или интенсивности переходов (в случае непрерывной временной цепи Маркова – СТМС).

В.5.9.4 Выходы

Анализ Маркова генерирует оценки вероятности нахождения системы в любом указанном состоянии. Он поддерживает многие виды решений о видах вмешательств, которые менеджер может принимать в сложной системе (например, для изменения состояний системы и переходов между ними).

В.5.9.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам анализа Маркова относятся следующие:

- он может использоваться для моделирования динамических систем с большим числом состояний;
- диаграммы перехода состояний обеспечивают простые структуры с легко налаживаемыми связями.

Недостатки включают следующее:

- допущения могут не применяться ко всем представляющим интерес системам, в частности, вероятности перехода или интенсивность перехода между состояниями могут изменяться во времени по мере ухудшения характеристик или адаптации системы;
- точное моделирование может потребовать сбора и проверки обширного количества данных;
- слишком много данных сводит ответ к среднему значению.

В.5.9.6 Справочные документы

[54] IEC 61165, Application of Markov techniques (Применение методов Маркова)

[55] OXLEY, ALAN. Markov Processes in Management Science

В.5.10 Моделирование методом Монте-Карло**В.5.10.1 Общее описание**

Некоторые расчеты, выполняемые при анализе риска, включают распределения. Однако выполнить расчеты с распределениями непросто, поскольку зачастую невозможно получить аналитические решения, так как распределения не имеют четко определенных форм, а ограничения и допущения могут быть нереальными. В этих условиях такие техники, как моделирование методом Монте-Карло, позволяют проводить расчеты и получать результаты. Моделирование обычно включает в себя отбор случайных значений выборок из каждого из входных распределений, выполнение расчетов для получения значения результата, а затем повторение процесса, применяя серию итераций, для построения распределения результатов. Результат может быть представлен в виде распределения вероятности значения или некоторой статистики, такой как среднее значение.

Системы могут быть разработаны с использованием электронных таблиц и других традиционных инструментов, но для решения более сложных задач требуются более современные программные инструменты.

В.5.10.2 Использование

В общем случае моделирование методом Монте-Карло может применяться к любой системе, для которой:

- набор входов взаимодействует для определения выхода;
- взаимосвязь между входами и выходами может быть выражена как набор зависимостей;
- аналитические техники не могут обеспечить соответствующие результаты, или, когда существует неопределенность во входных данных.

Моделирование методом Монте-Карло может использоваться как часть оценки риска для двух разных целей:

- распространение неопределенности на традиционные аналитические модели;
- вероятностные расчеты, когда аналитические техники не работают или неосуществимы.

Применения метода включают, среди прочего, моделирование и оценку неопределенности в финансовых прогнозах, пригодности инвестиций, затратах на проект и графика прогнозов, прерывания бизнес-процессов и кадровых потребностей.

В.5.10.3 Входы

Входы для моделирования методом Монте-Карло включают:

- модель системы, которая имеет взаимосвязь между различными входами, а также между входами и выходами;
- информацию о типах входов или источниках неопределенности, которые необходимо отобразить;
- форму требуемых выходов.

Входные данные с неопределенностью представлены в виде случайных величин с распределениями, которые имеют разброс в большей или меньшей степени в соответствии с уровнем неопределенностей. Для этого предназначения часто используют равномерные, треугольные, нормальные и логарифмически нормальные распределения.

В.5.10.4 Выходы

Выходы могут быть выражены единственным значением или распределением вероятности или частоты, или идентификацией основных функций в модели, которые оказывают наибольшее влияние на выходы.

В общем случае выходом моделирования методом Монте-Карло будет либо полное распределение результатов, которые могут возникнуть, либо ключевые показатели распределения, такие как:

- вероятность возникновения определенного результата;
- значение результата, по отношению к которому у владельцев проблемы есть определенный уровень уверенности, не будет превышено. Примерами являются затраты, вероятность превышения которых составляет менее 10 %, или продолжительность, которая с уровнем доверия 80 % будет превышена.

Анализ взаимосвязей между входами и выходами может помочь прояснить относительную значимость неопределенности во входных значениях и определить цели по воздействию на неопределенность в полученном результате.

В.5.10.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам моделирования методом Монте-Карло относятся следующие:

- теоретически, метод может учитывать любое распределение во входной переменной, включая эмпирические данные, полученные из наблюдений по связанным системам;
- модели относительно просты в разработке и могут расширяться по мере необходимости;
- можно представить любые воздействия или отношения, включая такие эффекты, как условные зависимости;
- анализ чувствительности может применяться для идентификации сильных и слабых воздействий;
- модели доступны для понимания, поскольку взаимосвязь между входами и выходами прозрачна;
- обеспечивает меру точности результата;
- программное обеспечение доступно для использования.

Недостатки включают следующее:

- точность решений зависит от количества выполняемых моделирований;
- использование техники основано на способности представлять неопределенности в параметрах с помощью действительного распределения;
- может быть трудно построить модель, которая адекватно отображает ситуацию;
- большие и сложные модели могут быть сложными для разработчика и затруднять вовлечение заинтересованных сторон в процесс;
- эта техника, как правило, не акцентирует внимание на рисках с высокими последствиями и низкой вероятностью.

Анализ методом Монте-Карло не допускает признание важности маловероятных, значительных последствий и результатов, поскольку признается, что все такие результаты вряд ли будут происходить одновременно в портфеле рисков. Это может привести к тому, что экстремальные события будут исключены из рассмотрения, особенно когда рассматривается большой портфель. Такая ситуация дает необоснованную уверенность лицу, ответственному за принятие решения.

В.5.10.6 Справочные документы

[56] ISO/IEC Guide 98-3:2008/Suppl 1: Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM 1995) – Propagation of distributions using a Monte Carlo method (Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения (GUM:1995). Дополнение 1. Распространение распределений по методу Монте-Карло)

В.5.11 Анализ воздействия на конфиденциальность (PIA)/анализ воздействия на защиту данных (DPIA)

В.5.11.1 Общее описание

Анализ воздействия на конфиденциальность (PIA) (также называемый оценкой воздействия на конфиденциальность) и анализ воздействия на защиту данных (DPIA) исследуют, как инциденты и события могут повлиять на частную жизнь человека (PI), и идентифицируют и количественно определяют возможности, которые потребуются для осуществления менеджмента ими. PIA/DPIA – это процесс оценивания предложения для идентификации потенциального воздействия на частную жизнь и личные данные людей.

PIA и DPIA помогают организациям идентифицировать, оценивать и обрабатывать риски для конфиденциальности, связанные с деятельностью по обработке данных. Они особенно важны, когда внедряется новый процесс, система или технология обработки данных. PIA и DPIA являются неотъемлемой частью подхода, основанного на принципе конфиденциальности при проектировании.

DPIA также помогает организациям соблюдать требования регулирующих органов по защите данных (например, Общий Регламент Европейского союза о защите персональных данных, GDPR) и продемонстрировать принятие соответствующих мер для обеспечения соответствия.

В частности, процесс:

- анализирует потенциальные последствия нарушения неприкосновенности частной жизни для физического лица (скрининг основных рисков);
- учитывает, является ли обработка личной информации высоким риском в случае инцидента, связанного с конфиденциальностью;
- выполняет углубленный анализ рисков для обработки персональных идентифицируемых данных.

PIA/DPIA может проводиться с использованием анкет, интервью, структурированных семинаров или комбинации всех трех, с использованием руководящих указаний Рабочей группы в соответствии со статьей 29 ЕС и некоторых шаблонов, разработанных, например, ICO (Великобритания), CNIL (Франция), NOREA (Нидерланды)

В.5.11.2 Использование

PIA/DPIA используются для определения последствий рисков высокой степени в процессах и связанных ресурсах (например, сотрудники, оборудование и информационные технологии) для ограничения потенциальных негативных последствий для конфиденциальности людей, возникающих в результате обработки информации.

Анализ также может использоваться как часть анализа последствий при рассмотрении последствий обработки информации в более общем плане.

В.5.11.3 Входы

Входы включают:

- информацию о целях, стратегическом направлении, окружающей среде, активах и взаимозависимостях организации;
- оценку приоритетов предыдущего скрининга основных рисков;
- подробная информация о деятельности и операциях организации при обработке личной информации, включая процессы, ресурсы, отношения с другими организациями, цепи поставок, договоренности со сторонними организациями и заинтересованными сторонами;
- информацию, позволяющую оценить финансовые, правовые и операционные последствия утечки или потери личной информации (особенно строго конфиденциальной личной информации);
- подготовленную анкету или другие средства сбора информации;
- выходы оценки других рисков и анализа критических инцидентов, связанных с конечными выходами соответствующих инцидентов (особенно инцидентов утечки или потери данных и других инцидентов информационной безопасности, которые могут повлиять на предполагаемую обработку данных);
- перечень работников соответствующих областей организации и/или заинтересованных сторон, с которыми можно связаться.

В.5.11.4 Выходы

Выходы включают:

- документы, детализирующие информацию, собранную в качестве входов;

- перечень приоритетных критических информационных процессов и связанных с ними взаимозависимостей;
- набор сценариев, в которых риск обработки персональных данных является высоким;
- документально подтвержденное влияние утечки или потери личной информации на физическое лицо;
- информацию о поддерживающих ресурсах и видах деятельности, необходимых для ограничения потенциальных последствий для субъектов данных;
- перечень ранжированных по приоритетности вовлеченной продукции и услуг организации;
- оценка воздействия во времени и средств, не гарантирующих конфиденциальность, целостность и доступность персональных данных (с высоким уровнем риска), и последствий для субъектов данных;
- сроки прекращения действий, предпринимаемых для защиты и/или восстановления информации, заявления соответствующему органу и, в некоторых случаях, субъекту(ам) данных.

В.5.11.5 Преимущества и недостатки

Преимущества PIA/DPIA заключаются в том, что они обеспечивают:

- глубокое понимание критических процессов, связанных с (конфиденциальной) личной информацией внутри организации или со стороны организации;
- оценку внедрения конфиденциальности при проектировании и по умолчанию;
- информацией, необходимой для планирования отклика организации на инцидент, связанный с личными данными;
- понимания ключевых ресурсов, требуемых в случае утечки или потери персональных данных;
- возможность изменить и пересмотреть деятельность по оперативной обработке персональных данных организацией;
- в случае юридических обязательства (например, Общий регламент ЕС по защите персональных данных), документацию для информирования органов по защите данных до начала обработки персональных данных, имеющих высокий уровень риска.

Недостатки включают следующее:

- на начальном этапе расчет потенциальной серьезности риска для личной жизни человека (скрининг воздействия с точки зрения сохранения конфиденциальности) может быть упрощенным или недооцененным;
- PIA/DPIA основывается на знаниях и восприятии участников, вовлеченных в заполнение анкет, или принимающих участие в интервью или семинарах;
- групповая динамика и нехватка времени могут отрицательно повлиять на полный анализ критического процесса;
- получение адекватного уровня понимания операций и действий организации при обработке персональных данных может быть трудным.

В.5.11.6 Справочные документы

[57] EU: General Data Protection Regulation (European Union Official Journal, 04.05.2016)

[58] ICO (UK): Data protection impact assessments

[59] CNIL (FR), Privacy Impact Assessment (PIA)

В.6 Техники анализа зависимостей и взаимодействий

В.6.1 Причинное картирование

В.6.1.1 Общее описание

Причинное картирование фиксирует индивидуальное восприятие в форме цепей направленного графа исследуемого и анализируемого события. События, причины и последствия могут быть изображены на карте.

Как правило, карты разрабатываются в условиях семинара, где участникам из различных областей знаний поручается выявление, структурирование и анализ материала. Восприятие дополняется информацией из документов, при необходимости. Входы могут быть зафиксированы с использованием различных инструментов, начиная со стикеров и заканчивая специализированным программным обеспечением для поддержки принятия групповых решений. Программное обеспечение позволяет напрямую входить в проблемы и является крайне продуктивным средством для выполнения работы. Следует, чтобы выбранные инструменты позволяли фиксировать проблемы анонимно, чтобы можно было

создать открытую и неконфликтную среду для поддержки целенаправленного обсуждения причинно-следственных связей.

В общем, процесс начинается с создания вкладов, которые либо влияют на событие, либо вызывают его в связи с рассматриваемой проблемой. Затем они группируются в соответствии с их содержанием и впоследствии исследуются для обеспечения всестороннего охвата.

Затем участники рассматривают, как каждое из событий может повлиять друг на друга. Это позволяет связать отдельные события для формирования логических причинно-следственных маршрутов на карте. Данный процесс направлен на то, чтобы облегчить общее понимание неопределенных событий, а также стимулировать дальнейший вклад посредством принудительного аналитического процесса, который необходим для построения цепей аргументов о том, как одно событие воздействует на другое. Существуют четкие правила формирования узлов, представляющих как события, так и взаимосвязей для обеспечения надежного и всестороннего моделирования.

После разработки сети событий для формирования полной карты, ее можно проанализировать, чтобы определить свойства, которые могут быть полезны для менеджмента рисков: например, чтобы определить центральные узлы, которые являются теми событиями, наличие которых играет важнейшую роль и может иметь существенные системные воздействия; или чтобы определить петли обратной связи, которые могут привести к динамическим и разрушительным характеристикам.

В.6.1.2 Использование

Причинное картирование идентифицирует связи и взаимодействия между рисками и темами в перечне рисков.

Его можно использовать в криминалистике для разработки карты причин для события, которое произошло (например, превышение сроков реализации проекта, отказ системы). Криминалистические карты причин могут выявить провоцирующие факторы, последствия и динамику. Они позволяют определить причину, которая может иметь решающее значение для претензий.

Карты причин также можно использовать проактивно для всесторонней и системной оценки сценариев событий. Затем карта может быть изучена для получения глубокого понимания, а также формирования основы для количественного анализа рисков с целью содействия определению приоритетов.

Они позволяют разрабатывать комплексную программу обработки рисков, а не рассматривать каждый риск отдельно.

Семинары по анализу причин могут проводиться через регулярные промежутки времени, чтобы гарантировать, что динамический характер риска оценен и его менеджмент осуществляется надлежащим образом.

В.6.1.3 Входы

Данные для разработки карт причин могут быть получены из ряда различных источников, например, из индивидуальных интервью, где составленные карты дают подробное представление о том, что произошло или могло произойти. Данные также могут быть получены из документации, такой как отчеты, материалы претензий и т. д. Такие данные могут использоваться напрямую или могут использоваться для содействия процессу анализа цепей связанных с событиями аргументов участников семинара.

В.6.1.4 Выходы

Выходы включают:

- карты причин, которые обеспечивают визуальное представление событий риска и системных взаимосвязей между такими событиями;
- результаты анализа карт причин, используемых для идентификации возникающих кластеров событий, критических событий, исходя из их центрального значения, петель обратной связи и т. д.;
- документы, преобразующие карты в текст и содержащие ключевые результаты, а также объясняющие выбор участников и процесс, использованный для разработки карт.

Следует, чтобы выходы предоставляли информацию, относящуюся к принятию решений по менеджменту рисков, а также журнал регистрации событий по процессу, используемый для подготовки такой информации.

В.6.1.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам причинного картирования относятся следующие:

- риски, относящиеся к рассматриваемому вопросу, рассматриваются с разных точек зрения участников;

- разнонаправленный и открытый характер процесса позволяет исследовать риски, снижая вероятность упущения критических событий или взаимосвязей;
- процесс позволяет результативно и эффективно фиксировать взаимодействия между событиями и обеспечивает понимание их взаимосвязей;
- процесс определения сети событий, которые формируют карту, может создать общий язык и понимание, которые крайне важны для результативного менеджмента рисков.

Недостатки включают следующее:

- процесс картирования нелегко освоить, поскольку он требует не только опыта в технике составления карты, но и умения управлять группами во время работы с инструментом составления карты;
- карты являются качественными по своему характеру, и там, где требуется количественная оценка, карты необходимо использовать в качестве входа для других соответствующих моделей;
- содержание карты определяется источниками и поэтому очень важно тщательно продумать состав участников, в противном случае критически важные области могут быть опущены.

В.6.1.6 Справочные документы

[60] BRYSON, J. M., ACKERMANN, F., EDEN, C., & FINN, C. Visible thinking unlocking causal mapping for practical business results

[61] ACKERMANN, F, HOWICK, S, QUIGLEY, J, WALLS, L, HOUGHTON, T. Systemic risk elicitation: Using causal maps to engage stakeholders and build a comprehensive view of risks

В.6.2 Кросс-факторный анализ

В.6.2.1 Общее описание

Кросс-факторный анализ – это общее название, данное семейству техник, предназначенных для оценки изменений вероятности возникновения заданного набора событий по фактическому возникновению одного из них.

Кросс-факторный анализ включает построение матрицы для отображения взаимозависимостей различных событий. Набор событий или трендов, которые могут произойти, перечислен в строках, а события или тренды, которые могут быть затронуты событиями, перечисленными в столбцах. Затем экспертам требуется оценить:

- вероятность каждого события (независимо от других) в данный период времени;
- условную вероятность каждого события, учитывая, что каждое другое событие происходит, то есть для пары событий i/j , эксперты оценивают:
 - $P(i/j)$ – вероятность i , если j произойдет,
 - $P(i/не j)$ – вероятность i , если j не произойдет.

Это вводится в компьютер для анализа.

Существует несколько различных методов для расчета вероятностей одного события с учетом всех других событий. Независимо от используемого метода, обычной процедурой является моделирование по методу Монте-Карло, где компьютерная модель систематически отбирает согласованные наборы событий и выполняет итерацию несколько раз. Поскольку выполняется все больше и больше компьютерных циклов, генерируется новая апостериорная вероятность возникновения каждого события.

Анализ чувствительности выполняется путем выбора начальной оценки вероятности или оценки условной вероятности, относительно которой существует неопределенность. Суждение изменяется, и матрица запускается снова.

В.6.2.2 Использование

Кросс-факторный анализ используется в прогнозных исследованиях и в качестве аналитического метода для прогнозирования влияния различных факторов на будущие решения. Он может быть объединен с анализом сценария (В.2.5), чтобы решить, какой из созданных сценариев является наиболее вероятным. Анализ может использоваться, когда существует несколько взаимодействующих рисков, например, в сложных проектах или при осуществлении менеджмента рисков безопасности.

Временной интервал кросс-факторного анализа обычно составляет от среднего до длительного и может длиться от настоящего времени до пяти лет или до 50 лет в будущем. Временной интервал следует указывать четко.

Матрица событий и их взаимозависимости могут быть полезны для лиц, принимающих решения, в качестве общего справочного материала даже без учета вероятности, рассчитанной в результате анализа.

В.6.2.3 Входы

Данный метод требует наличия экспертов, знакомых с изучаемой проблемой и способных предвидеть будущее развитие событий и реалистично оценивать вероятности.

Для расчета условных вероятностей необходимо поддерживающее программное обеспечение. Техника требует определенных знаний моделирования, если пользователь хочет понять, как данные обрабатываются программным обеспечением. Обычно на разработку и запуск моделей требуется значительное время (несколько месяцев).

В.6.2.4 Выход

Выходом является перечень возможных будущих сценариев и их интерпретация. Каждый запуск модели создает синтетическую историю будущего или сценарий, который включает появление некоторых событий и непоявление других. На основе конкретной применяемой модели перекрестного воздействия выходы сценариев пытаются генерировать либо наиболее вероятный сценарий, либо набор статистически согласованных сценариев, либо один или несколько вероятных сценариев из общего набора.

В.6.2.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам кросс-факторного анализа относятся следующие:

- относительно легко внедрить вопросник перекрестного воздействия;
- фокусирует внимание на цепи причин (а влияет на b; b влияет на с и т. д.);
- может конкретизировать и расширить знания о будущих разработках;
- полезен для изучения гипотезы и для нахождения точек согласия и расхождения.

Недостатки включают следующее:

- количество включаемых событий на практике ограничено как программным обеспечением, так и временем, требуемым экспертам. Количество требуемых циклов и число условных вероятностей для оценки быстро увеличивается с увеличением количества включенных событий (например, для набора из десяти событий эксперту необходимо предоставить 90 условных вероятностных суждений);
- реалистичное изучение требует значительной работы экспертов, и часто наблюдается высокий процент отказа экспертов от работы;
- трудно определить события, которые будут включены, и любое влияние, не включенное в набор событий, будет полностью исключено из исследования; и наоборот, включение не относящихся к делу событий может излишне усложнить окончательный анализ результатов;
- как и в случае других техник, основанных на сборе знаний экспертов, метод основан на уровне знаний респондентов.

В.6.2.6 Справочный документ

[62] JOINT RESEARCH CENTRE, EUROPEAN COMMISSION, Cross impact analysis, [viewed 2017-9-14]

В.7 Техники, которые обеспечивают измерения риска

В.7.1 Оценка токсикологического риска

В.7.1.1 Общее описание

Оценка риска в контексте рисков для растений, животных, экологических пространств и людей в результате воздействия ряда экологических опасностей включает следующие шаги.

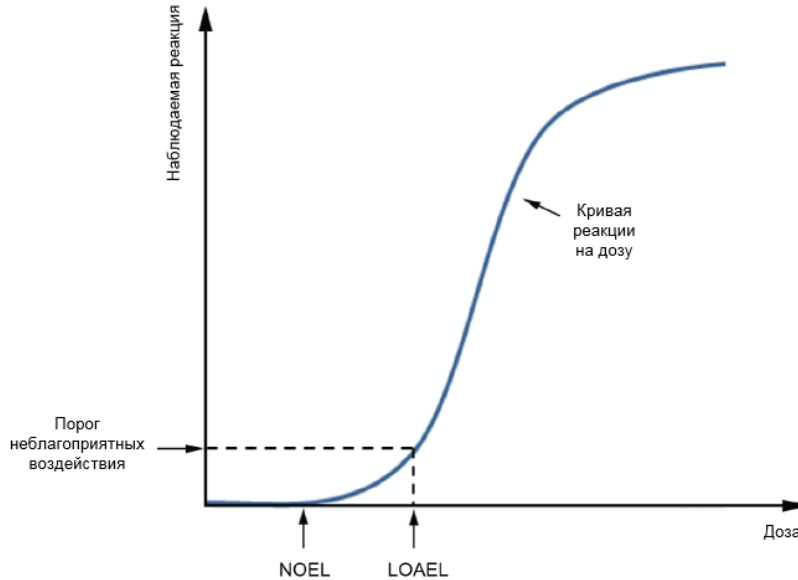
Риски для растений, животных, экологических пространств и людей могут быть вызваны физическими, химическими и/или биологическими агентами, приводящими к повреждению ДНК, врожденным дефектам, распространению болезней, загрязнению пищевых цепей и загрязнению воды. Оценка таких рисков может потребовать применения ряда техник по следующим шагам.

а) Формулировка проблемы: это включает установление контекста оценки путем определения предназначения оценки, диапазона целевых групп населения и типов существенных опасностей.

б) Идентификация и анализ опасности: это включает идентификацию всех возможных источников вреда для целевой группы населения в рамках области исследования и понимание характера опасности и того, как она взаимодействует с целью. Например, при рассмотрении воздействия химического вещества на человека, рассматриваемые последствия могут включать потенциальные повреждения ДНК или возникновения рака или врожденных дефектов. Идентификация и анализ опасностей обычно опираются на знания экспертов и обзор литературы.

с) Оценка реакции на дозу: реакция целевой группы населения обычно является функцией уровня воздействия или дозы. Кривые реакции на дозу обычно разрабатывают на основе тестов на животных

или с помощью применения экспериментальных систем, таких как тканевые культуры. Для таких опасностей, как микроорганизмы или интродуцированные виды, кривая реакции на дозу может быть определена на основе полевых данных и эпидемиологических исследований. При наличии возможности, определяется механизм, с помощью которого создается воздействие. На рисунке В.8 показана упрощенная кривая реакции на дозу.



NOEL – предел отсутствия наблюдаемого воздействия

LOAEL – наименьший наблюдаемый уровень неблагоприятного воздействия

Рисунок В.8 – Пример кривой реакции на дозу

д) Оценка воздействия: оценивается доза, которая на практике воздействует на целевую популяцию. Это часто включает анализ пути, который рассматривает различные маршруты возможной опасности, барьеры, которые могут помешать ей достичь цели, и факторы, которые могут повлиять на уровень воздействия. Например, при оценке риска распыления химического вещества анализ воздействия будет учитывать, какое количество химического вещества было распылено и при каких условиях, было ли какое-либо прямое воздействие на людей или животных, какое количество остатка может быть оставлено на растениях, перенос и трансформация в окружающей среде какого-либо пестицида, достигающего земли, может ли он накапливаться в животных, попадает ли он в грунтовые воды и т. д.

е) Характеристика риска: Информация, полученная на предыдущих шагах, сводится воедино для оценки вероятности конкретных последствий, когда воздействия всех маршрутов объединяются.

В.7.1.2 Использование

Метод позволяет определить величину риска для здоровья человека или окружающей среды. Он используется при формировании утверждений о воздействии на окружающую среду, чтобы показать является ли риск конкретного воздействия приемлемым. Его также используют в качестве основы для определения пределов приемлемого риска.

В.7.1.3 Входы

Входы включают информацию о токсикологических опасностях, экологической системе (включая здоровье человека) и, при наличии возможности, задействованных механизмах. Как правило, для оценки воздействия требуются физические измерения.

В.7.1.4 Выходы

Выходом является оценка риска для здоровья человека или окружающей среды, выраженная либо количественно, либо с использованием комбинации качественной и количественной информации. Выход может включать пределы, которые будут использоваться для определения приемлемых пределов для опасности в окружающей среде, например, предел отсутствия наблюдаемого неблагоприятного воздействия (см. рисунок В.8).

В.7.1.5 Преимущества и недостатки

Преимущества метода заключаются в следующем:

- он обеспечивает очень подробное понимание природы риска и факторов, которые увеличивают риск;
- анализ маршрутов является крайне полезным инструментом, как правило, для всех областей риска, чтобы идентифицировать, как и где можно улучшить средства управления или ввести новые;
- анализ может сформировать основу для простых правил о приемлемых воздействиях, которые могут стать общеприменимыми.

Недостатки включают следующее:

- требуются хорошие данные, которые могут быть не сразу доступны. Поэтому потребуются высокий уровень исследований;
- для применения требуется высокий уровень компетентности;
- часто существует высокий уровень неопределенности, связанный с кривыми реакции на дозу и моделями, используемыми для их построения;
- в тех случаях, когда целью изучения является экология, а не человек, и опасность не является химической, возможно, нет глубокого понимания задействованных систем.

В.7.1.6 Справочные документы

[63] WORLD HEALTH ORGANISATION, Human health risk assessment toolkit – chemical hazards

[64] US EPA, Guidelines for ecological risk assessment

В.7.2 Стоимостная оценка риска (VaR)

В.7.2.1 Общее описание

Стоимостная оценка риска (VaR), широко используется в финансовом секторе для предоставления индикатора величины возможных потерь в портфеле финансовых активов за определенный период времени в пределах заданного доверительного уровня. Убытки, превышающие VaR, происходят только с заданной небольшой вероятностью.

Распределение прибыли и убытков обычно выполняется одним из трех способов:

- моделирование методом Монте-Карло (см. В.5.10) используется для моделирования факторов изменчивости в портфеле и получения распределения. Данный подход особенно полезен, так как он предоставляет информацию о рисках в хвостах распределения и позволяет проверить допущения о корреляции;
- имитационные модели позволяют сделать прогнозы на основе ранее наблюдаемых событий, конечных выходов и распределений. Это простой подход, но он может привести к неверным выводам, если будущие события не соответствуют прошлому опыту, что является важным ограничением в периоды рыночных потрясений;
- аналитические методы основаны на допущениях о том, что базовые рыночные факторы имеют многомерное нормальное распределение. Таким образом, может быть определена прибыль и убыток, которые также имеют нормальное распределение.

Многие финансовые организации используют комбинацию данных подходов.

В некоторых секторах существует требование, чтобы VaR рассчитывалась на основе рынков, находящихся в период стресса, и условий высокой волатильности для обеспечения достоверного набора «наихудших» результатов.

Общие показатели VaR связаны с убытками периода одного дня и двух недель с вероятностью убытка 1 % и 5 %. Обычно VaR указывается как положительное число, хотя это и относится к убытку.

Например, на рисунке В.9 показано распределение стоимости портфеля финансовых активов за определенный период, причем распределение показано в кумулятивной форме. На рисунке В.10 показана область, в которой портфель терпит убытки, при значениях VaR 1,16 миллиона при 1 % (вероятность убытка 0,01) и 0,28 миллиона при 5 % (вероятность убытка 0,05).

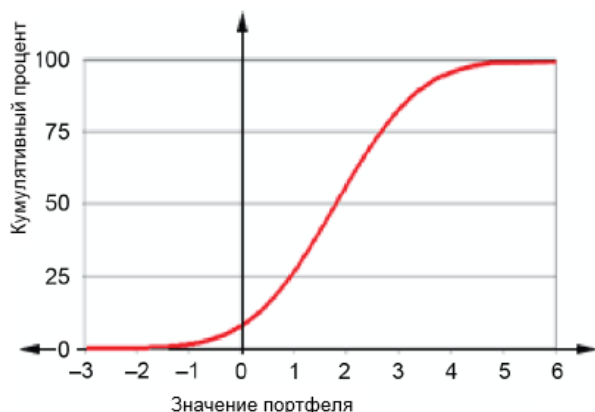


Рисунок В.9 – Распределение стоимости потерь значения VaR



Рисунок В.10 – Детализация области

В.7.2.2 Использование

VaR имеет три параметра: сумма потенциального убытка, вероятность такого убытка и период времени, в течение которого может произойти убыток. VaR используют для следующих целей:

- установление для менеджера портфеля пределов на максимальные убытки в портфеле в рамках согласованного допустимого риска или склонности к риску;
- мониторинг «рискованности» портфеля активов в определенный момент времени и трендов рискованности;
- определение объема экономического, пруденциального или регуляторного капитала, необходимого для выделения установленного портфеля;
- предоставление отчетности регулирующими органами.

В.7.2.3 Входы

Входами являются рыночные факторы, которые влияют на стоимость портфеля, такие как обменные курсы, процентные ставки и курсы акций. Как правило, данные факторы идентифицируются путем разбиения инструментов в портфеле на более простые инструменты, непосредственно связанные с основными факторами рыночного риска. Затем происходит интерпретация фактических инструментов, как портфелей более простых инструментов. Финансирующие стороны и регулирующие органы могут требовать принятия специфических методов при оценке входных переменных.

В.7.2.4 Выход

В течение назначенного периода времени VaR рассчитывает потенциальные убытки для портфеля финансовых активов для установленной вероятности. Анализ также может определить вероятность для установленной суммы убытков.

В.7.2.5 Преимущества и недостатки

Преимущества включают следующие:

- подход является простым и принимается (или требуется) финансовыми регулирующими органами;
- может использоваться для расчета требований к экономическому капиталу на ежедневной основе, в случае необходимости;
- предоставляет средства для установления ограничений для торгового портфеля в соответствии с согласованной склонностью к риску, а также мониторинга пригодности в противовес данным ограничениям и, таким образом, обеспечивая поддержку управления.

Недостатки включают следующее:

- VaR – это показатель, а не конкретная оценка возможных убытков. Максимально возможные убытки для любой рассматриваемой ситуации не являются очевидными из одной цифры, соответствующей VaR, с вероятностью убытка 1 % или 5 %, полученной из анализа VaR;
- VaR обладает рядом нежелательных математических свойств; например, VaR – это когерентная мера риска, основанная на эллиптическом распределении, таком как стандартное нормальное распределение, но не в других обстоятельствах. Расчеты в хвосте распределения часто нестабильны и могут зависеть от конкретных допущений о формах распределения и корреляциях, которые трудно обосновать, и, которые могут не быть стабильными в периоды рыночных потрясений;
- имитационные модели могут быть сложными и отнимать много времени для запуска;

- организациям могут потребоваться сложные информационно-технологические системы для сбора рыночной информации в форме, которую можно легко и своевременно использовать для расчетов VaR;
- необходимо принять значения для набора параметров, которые затем будут зафиксированы для модели. Если ситуация изменится, и эти допущения не будут актуальны, метод не даст правдоподобных результатов. Другими словами, данную модель риска нельзя использовать в нестабильных условиях.

В.7.2.6 Справочные документы

[65] CHANCE, D., BROOKS, R. (2010). An introduction to derivatives and risk management

[66] THOMAS J. and PEARSON Neil D. Value at risk. Financial Analysts Journal 2000 56, 47-67

В.7.3 Условная стоимостная оценка риска (CVaR) или ожидаемые потери (ES)

В.7.3.1 Общее описание

Условная стоимостная оценка риска (CVaR), называемая также ожидаемые потери (ES), является мерой ожидаемых потерь в финансовом портфеле в % наихудших случаев. Данная мера аналогична VaR, но она является более чувствительной к форме нижнего (убыточного) хвоста распределения стоимости портфеля. CVaR(a) – это ожидаемый убыток от тех убытков, которые происходят только в определенный процент времени. Например, на рисунке В.10, когда a равно 5, тогда CVaR(5) – это ожидаемое значение убытков, представленное кривой слева от вертикальной линии при 5 %, т.е. среднее значение всех убытков превышает 0,28 миллиона.

В.7.3.2 Использование

Техники CVaR были применены для измерения кредитного риска, что дает кредитным организациям представление об изменениях экстремального риска в разных отраслях с момента начала финансового кризиса. Рисунок В.11 лучше всего иллюстрирует разницу между CVaR и VaR в портфеле в ситуации риска.

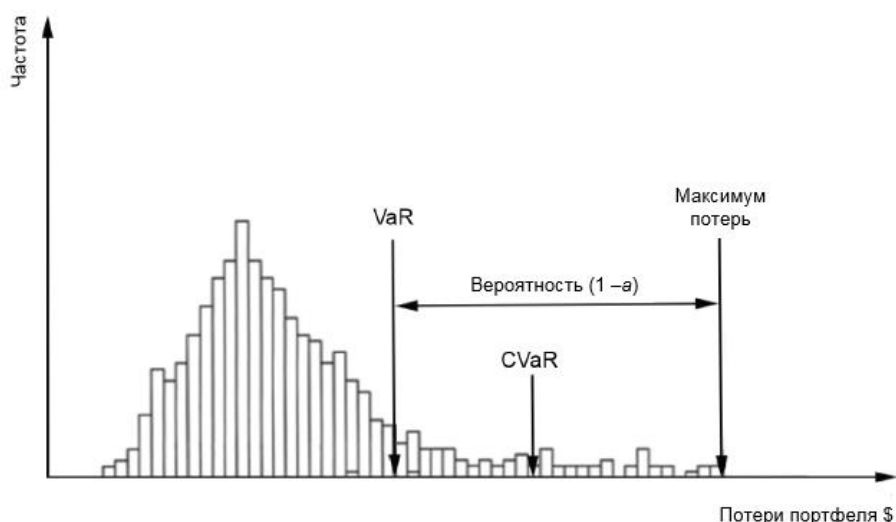


Рисунок В.11 – VaR и CVaR для портфеля возможных убытков

В.7.3.3 Выходы и выходы

См. описание метода стоимостной оценки риска (VaR) в В.7.2.

В.7.3.4 Преимущества и недостатки

Преимущества включают следующие:

- CVaR более чувствителен к форме хвоста распределения, чем VaR;
- CVaR позволяет избежать некоторых математических ограничений VaR;
- CVaR является более консервативной мерой, чем VaR, потому что данный метод фокусируется на конечных выходах, которые приносят наибольшие убытки.

Недостатки включают следующее:

- CVaR – это показатель потенциала для убытков, а не оценка максимально возможного убытка;
- как и в случае с VaR, метод CVaR чувствителен к фундаментальным предположениям о волатильности стоимости активов;

- CVaR опирается на сложную математику и требует большого диапазона допущений.

В.7.3.5 Справочные документы

[67] CHOUDHRY, M. An introduction to Value at Risk

[68] Value at Risk. New York University. [viewed 2017-9-14]. Available at: <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/pdfiles/papers/VAR.pdf>

В.8 Техники оценивания значимости риска

В.8.1 Общие положения

Техники, рассматриваемые в разделе В.8, используются в рамках процесса, включающего принятие решения о том, следует ли обрабатывать риск и как это делать. Некоторые из них могут использоваться для принятия решения о том, является ли конкретный риск допустимым или приемлемым, другие – для обозначения относительной значимости риска или для ранжирования рисков в порядке приоритетности.

В.8.2 «Настолько низкий, насколько это практически возможно» (ALARP) и «насколько это практически возможно» (SFAIRP)

В.8.2.1 Общее описание

ALARP и SFAIRP являются аббревиатурами, которые воплощают принцип «практически возможно». Они представляют собой критерии, в которых исследование приемлемости или допустимости риска заключается в том, насколько это практически возможно предпринимать дополнительные действия для снижения риска. ALARP обычно требует, чтобы уровень риска был снижен до минимального практически возможного. SFAIRP обычно требует, чтобы безопасность была обеспечена насколько это практически возможно. В некоторых странах определение «практически возможно» дано на законодательном уровне или в прецедентном праве.

Критерии SFAIRP и ALARP предназначены для достижения одного и того же конечного выхода, однако они различаются по одному смысловому пункту. ALARP обеспечивает безопасность, делая риск настолько низким, насколько это практически возможно, в то время как SFAIRP не ссылается на уровень риска. SFAIRP обычно интерпретируется как критерий, по которому оцениваются средства управления для определения возможности дальнейшей обработки риска; затем, если такая обработка возможна, для определения того, является ли она практически возможной. Как ALARP, так и SFAIRP учитывают дисконтированные обработки риска на основании того, что затраты чрезвычайно непропорциональны полученным выгодам, хотя степень, в которой это возможно, зависит от юрисдикции. Например, в некоторых юрисдикциях исследование затрат и прибыли (см. В.9.2) могут использоваться для обоснования аргумента, что ALAR или SFAIRP были достигнуты.

Концепция ALARP, первоначально представленная Комитетом по вопросам здравоохранения и безопасности Великобритании, показана на рисунке В.12. В некоторых юрисдикциях количественные уровни риска находятся на границах между областью приемлемого риска, ALARP и областью широко приемлемого риска.

В.8.2.2 Использование

ALARP и SFAIRP используются в качестве критериев для принятия решения о необходимости обработки риска. Они чаще всего используются по отношению к риску, связанному с безопасностью, и применяются законодательными органами в некоторых юрисдикциях.

Модель ALARP может использоваться для классификации рисков по одной из трех категорий следующим образом:

- категория недопустимого риска, где риск не может быть оправдан, за исключением чрезвычайных обстоятельств;
- категория широко приемлемого риска, где риск настолько низок, что дальнейшее снижение риска не следует рассматривать (но может выполняться, если это практически возможно);
- категория, соответствующая области между этими пределами (область ALARP), где следует осуществлять дальнейшее снижение риска, если это практически возможно.



Рисунок В.12 – Диаграмма ALARP

В.8.2.3 Входы

Информация о:

- источнике риска и связанном с ним риске;
- критериях пределов для области ALARP;
- введенных средствах управления и возможности введения других средств управления;
- потенциальных последствиях;
- вероятности возникновения таких последствий;
- затратах на возможную обработку риска.

В.8.2.4 Выход

Выходом является решение о том, требуется ли обработка и какая обработка может быть применена.

В.8.2.5 Преимущества и недостатки

Преимущества от использования критериев ALARP/SFAIRP включают следующие:

- введение общего стандарта безопасности, основанного на прецедентном праве и законодательстве, который поддерживает принцип справедливости в том смысле, что все люди имеют право на равный уровень защиты от рисков, признаваемый законом, а не переменной, считающейся допустимой или приемлемой в их организации;
- поддержание принципа целесообразности, поскольку следует, чтобы снижение риска не требовало больше усилий, чем это практически возможно;
- позволяют устанавливать цели без предписаний;
- поддержание постоянного улучшения по направлению к цели минимизации риска;
- предоставление прозрачной и объективной методологии для обсуждения и определения приемлемого или допустимого риска посредством консультаций с заинтересованными сторонами.

Недостатки включают следующее:

- интерпретация ALARP или SFAIRP может быть сложной, так как она требует от организаций понимания практически приемлемого законодательного контекста и вынесения суждения в отношении данного контекста;
- применение ALARP или SFAIRP к новым технологиям может быть проблематичным, поскольку риски и возможные способы их обработки могут быть неизвестны или не быть широко распространенными;
- ALARP и SFAIRP устанавливают общий стандарт безопасности, который может быть недоступен с финансовой точки зрения для небольших организаций, что приводит либо к принятию риска, либо к прекращению деятельности.

В.8.2.6 Справочные документы

[69] HSE, 2010a, HID'S Approach To 'As Low As Reasonably Practicable' (ALARP) Decisions

[70] HSE, 2010b, Guidance on (ALARP) decisions in control of major accident hazards (COMAH)

[71] HSE, Principles and guidelines to assist HSE in its judgments that duty-holders have reduced risk as low as reasonably practicable

В.8.3 Диаграммы частота/число (F-N)

В.8.3.1 Общее описание

Диаграмма F-N является частным случаем количественной матрицы последствие/вероятность (В.10.3). В данной диаграмме ось X представляет совокупное число смертельных случаев, а ось Y – частоту, с которой они происходят. Обе шкалы являются логарифмическими, они соответствуют типичным данным. Критерии риска, как правило, отображаются в виде прямых линий на графике, где, чем выше наклон линии, тем выше нерасположенность к большему числу смертельных случаев по сравнению с меньшим числом.

В.8.3.2 Использование

Диаграммы F-N используются либо в качестве данных по результатам инцидентов, связанных с гибелью людей, за прошлые периоды, либо для отображения результатов количественного анализа риска гибели людей по сравнению с предварительно определенными критериями приемлемости.

На рисунке В.13 показаны два примера критериев, обозначенных А и А-1, и В и В-1. Они разграничивают область недопустимого риска (выше А или В), область широко приемлемого риска (ниже А-1 и В-1) и область между линиями, где риски приемлемы, если они настолько низки, насколько это практически возможно (ALARP) (В.8.2). Критерии В показывают, как более высокий уклон (то есть меньшую толерантность к множественным смертельным случаям), так и более консервативные пределы в целом. Также показаны шесть точек на кривой С, представляющие результаты количественного анализа уровня риска для сравнения с критериями.

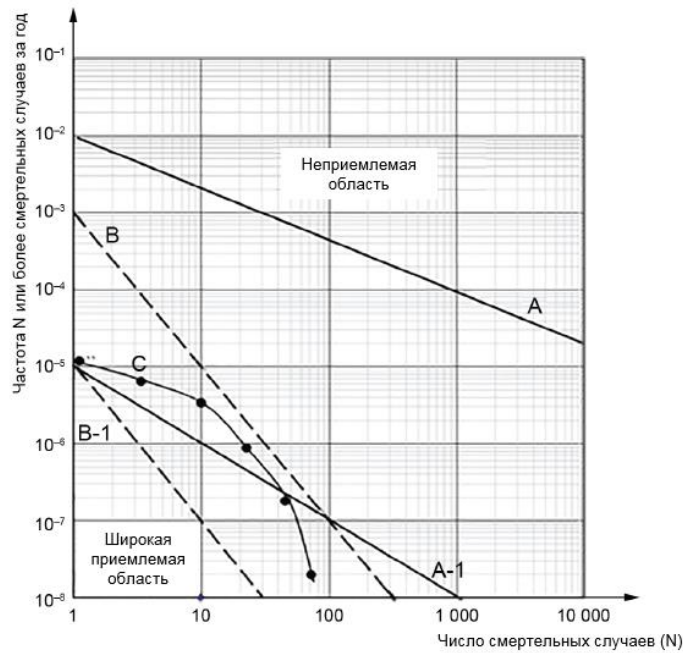


Рисунок В.13 – Пример диаграммы F-N

Наиболее распространенное применение диаграммы – это отображение общественного риска от предполагаемых мест, представляющих опасность, которые необходимо учитывать при территориальном планировании или аналогичных оценках безопасности.

Примечание – Общественный риск относится к общественным проблемам, связанным с множественными смертельными случаями в одном событии.

В.8.3.3 Входы

Данные инцидентов или количественного анализа риска, которые предсказывают вероятность смертельных случаев.

В.8.3.4 Выход

Графическое представление данных по сравнению с предопределенными критериями.

В.8.3.5 Преимущества и недостатки

Преимущества диаграмм F-N включают следующие:

- они обеспечивают доступный для понимания выход, на котором могут основываться решения;
- количественный анализ, необходимый для разработки графика F-N, обеспечивает глубокое понимание риска, его причин и последствий.

Недостатки включают следующее:

- расчеты для построения графиков часто бывают сложными и включают множество неопределенностей;
- полный анализ требует исследования всех возможных сценариев несчастных случаев с тяжкими последствиями. Это отнимает много времени и требует высокого уровня знаний;
- диаграммы F-N нельзя сравнить друг с другом в целях классификации (например, решение о том, какое развитие ситуации представляет более высокий социальный риск).

В.8.3.6 Справочные документы

[72] Understanding and using F-N Diagrams, Annex in Guidelines for Developing Quantitative Safety Risk Criteria

[73] EVANS, A. Transport fatal accidents and FN-curves

В.8.4 Диаграммы Парето

В.8.4.1 Общее описание

Диаграмма Парето (см. рисунок В.14) – это инструмент для выбора ограниченного числа задач, которые окажут значимое общее воздействие. В основе диаграммы лежит принцип Парето (также известный как правило 80/20), который заключается в том, что 80 % проблем порождаются 20 % причин или что, выполняя 20 % работы, можно получить 80 % выгоды.

Создание диаграммы Парето, которая включает рассматриваемые причины, происходит по следующим шагам:

- идентификация и составление перечня проблем;
- идентификация причины каждой проблемы;
- группировка проблем по причине;
- подсчет баллов в каждой группе;
- изображение столбчатой диаграммы с отображением в первую очередь тех причин, которые имеют наивысший балл.

Принцип Парето применяется к числу проблем, и он не учитывает значимость. Другими словами, проблемы, имеющие значительные последствия, могут быть не связаны с наиболее распространенными причинами проблем, имеющих незначительные последствия. Это можно учесть, присваивая проблемам баллы в соответствии с последствиями в качестве весовых коэффициентов. Анализ Парето – это подход «снизу вверх» и он может дать количественные результаты. Несмотря на то, что для применения метода не требуется ни сложного инструмента, ни особой подготовки или компетенций, некоторый опыт очень полезен, чтобы избежать общих ограничений и ошибок.

Примечание – Цифры 80 % и 20 % являются иллюстративными – принцип Парето наглядно демонстрирует отсутствие симметрии, которая часто возникает между выполненной работой и достигнутыми результатами. Например, при выполнении 13 % работы можно получить 87 % прибыли. Или 70 % проблем могут быть решены путем устранения 30 % причин.

В.8.4.2 Использование

Анализ Парето полезен на операционном уровне, когда множество возможных вариантов действий конкурируют за внимание. Он может применяться всякий раз, когда необходима какая-либо форма приоритизации. Например, его можно использовать для принятия решения о том, какие из причин являются наиболее важными для устранения или какие методы обработки риска являются наиболее выгодными.

Типичное представление анализа Парето показано в виде гистограммы, в которой горизонтальная ось представляет рассматриваемые категории (например, типы материалов, размеры, коды бракованных деталей, центры процесса), вместо непрерывной шкалы (например, от 0 до 100). Эти категории часто являются «дефектами», источниками дефектов или входами процесса. Вертикальная ось представляет некоторый тип подсчета или частоту (например, происшествия, инциденты, детали, время). Затем строится линейный график кумулятивного процента.

Категории, расположенные слева от того места, где кумулятивный процент пересекается с линией 80 %, являются теми категориями, которые следует рассматривать.

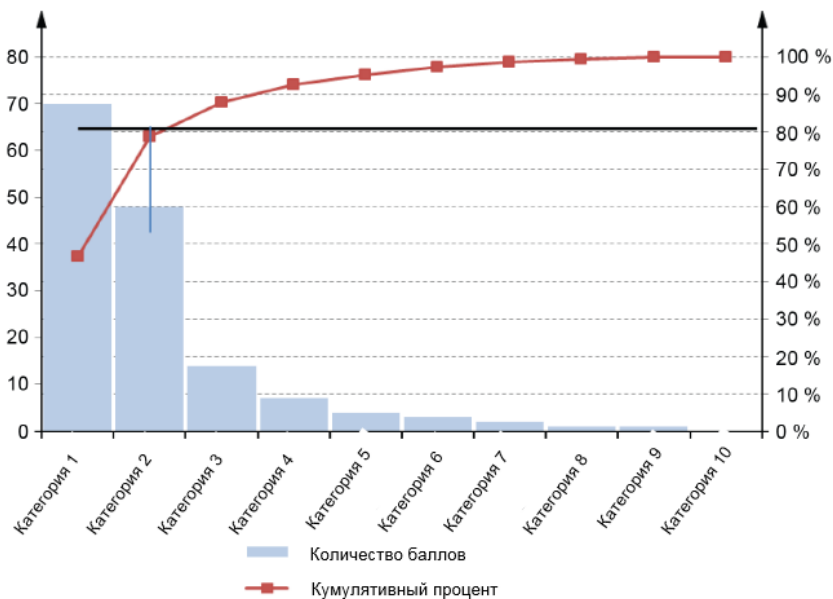


Рисунок В.14 – Пример диаграммы Парето

В.8.4.3 Входы

Данные для анализа, такие как данные об успехах и отказах за прошедшие периоды и их причинах.

В.8.4.4 Выходы

Выходом является диаграмма Парето, которая помогает продемонстрировать, какие категории являются наиболее значимыми, таким образом усилия могут быть сфокусированы на областях, где могут быть достигнуты самые большие улучшения. Диаграмма Парето может помочь визуально определить, какие из категорий составляют «немного жизненно важное», а какие представляют собой «тривиальное множество». Хотя анализ является количественным, выходом является категоризация проблем, причин и т.д., ранжированных по значимости.

Если первый анализ содержит много мелких или нечастых проблем, их можно объединить в категорию «другое». Это показывается последним на графике Парето (даже если данный столбец не самый маленький по размеру). Также может быть изображена линия кумулятивного процентного вклада (скользящая сумма вклада каждой категории в виде доли от общей суммы).

В.8.4.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам анализа Парето относятся следующие:

- анализ Парето рассматривает общие причины отдельных рисков как основу для плана их обработки;

- предоставляет графический выход, четко указывающие, где можно получить наибольшую выгоду;

- время и усилия, необходимые для достижения результатов, скорее всего, умеренные или низкие.

Недостатки включают следующее:

- не учитывает затраты или относительную сложность рассмотрения каждой первопричины;

- необходимо, чтобы данные, применимые к анализируемой ситуации, были доступны;

- данные необходимо делить на категории и соответствовать правилу 80/20, чтобы метод был валидным;

- трудно построить относительный вес, когда данных недостаточно;

- как правило, рассматривают только исторические данные, а потенциальные изменения не рассматривают.

В.8.4.6 Справочные документы

[74] Pareto Chart, Excel Easy

[75] Pareto Char

В.8.5 Техническое обслуживание, направленное на обеспечение надежности (RCM)

В.8.5.1 Общее описание

Техническое обслуживание, направленное на обеспечение надежности (RCM) – это метод, основанный на оценке риска, который применяется для идентификации соответствующих политик и задач технического обслуживания для системы и ее компонентов с целью эффективного и результативного достижения требуемой безопасности, доступности и экономичности в операционной деятельности для всех типов оборудования. Метод охватывает все шаги процесса оценки рисков, включая идентификацию, анализ и оценивание рисков

Основные этапы программы RCM:

- инициирование и планирование;
- анализ функциональных отказов;
- выбор задачи технического обслуживания;
- выполнение;
- постоянное улучшение.

Функциональный анализ в рамках RCM чаще всего осуществляется путем выполнения анализа видов, последствий и критичности отказов (FMECA, В.2.3), уделяя особое внимание ситуациям, в которых потенциальные отказы можно устранить или уменьшить по частоте и/или последствиям, выполняя задачи технического обслуживания. Последствия устанавливаются путем определения последствий отказа, а затем анализа риска путем оценивания частоты каждого вида отказа без проведения технического обслуживания. Матрица риска (В.10.3) позволяет устанавливать категории уровней риска.

Затем для каждого вида отказа выбирается подходящая политика менеджмента. Обычно для выбора наиболее подходящих задач применяется стандартная логика выбора задач.

Для выполнения рекомендуемых задач технического обслуживания готовится план путем определения подробных задач, интервалов между задачами, используемых процедур, требуемых запасных частей и других ресурсов, необходимых для выполнения задач технического обслуживания. Пример показан в Таблице В.6.

Полный процесс RCM подробно документируют для дальнейшего использования и анализа. Сбор данных об отказах и техническом обслуживании позволяет осуществлять мониторинг результатов и внедрять улучшения.

В.8.5.2 Использование

RCM используется для обеспечения применимого и результативного технического обслуживания. Обычно применяется на этапе проектирования и разработки системы, а затем внедряется во время операционной деятельности и технического обслуживания. Наибольшая выгода достигается за счет ориентации анализа на те случаи, где отказы будут иметь серьезные последствия для безопасности, окружающей среды, экономики или операционной деятельности.

RCM вводится после того, как анализ критичности, выполняемый на высшем уровне, идентифицирует систему и оборудование, для которых требуется определить задачи технического обслуживания. Это может произойти либо на начальном этапе проектирования, либо позже, во время использования в производстве, если это не было сделано запланированным образом ранее, или, если есть необходимость пересмотреть или улучшить техническое обслуживание.

В.8.5.3 Вход

Для успешного применения RCM необходимо глубокое понимание оборудования и структуры, операционной среды и связанных с ней систем, подсистем и элементов оборудования, а также возможных отказов и последствий этих отказов.

Для этого процесса требуется команда, обладающая требуемыми знаниями и опытом, под управлением подготовленного и опытного модератора.

В.8.5.4 Выход

Конечным результатом прохождения процесса является суждение о необходимости выполнения задачи технического обслуживания или других действий, таких как операционные изменения.

Выходом являются соответствующие политики менеджмента отказа для каждого вида отказа, такие как мониторинг состояния, обнаружение отказа, восстановление расписания, замена в зависимости от промежутка времени (например, календаря, часов наработки или количества циклов) или эксплуатации до отказа. Другие возможные действия, которые могут быть результатом анализа, включают перепроектирование, изменения в процедурах операционной деятельности или технического обслуживания или дополнительной подготовки. Пример приведен в таблице В.6.

Подготавливается план для выполнения рекомендуемых задач по техническому обслуживанию. Он детализирует задачи, интервалы между задачами, используемые процедуры, требуемые запасные части и другие ресурсы, необходимые для выполнения задач технического обслуживания.

Таблица В.6 – Пример выбора задачи RCM

Функциональный отказ – Отказы при обеспечении защиты компрессора и его выключения							
Оборудование	Вид отказа	Наработка на отказ (часы)	Обнаружение отказа	Причины	Тип задачи	Описание задачи	Интервал между задачами в часах
Датчик давления – давление масла в компрессоре	Неточный выход	80 000	Явный отказ	Не откалиброван	Ориентация на время	Верификация калибровки	16 000
Датчик вибрации – вибрация компрессора	Отказ обеспечения надлежащего выхода	40 000	Явный отказ	Отказ детектора/датчика	Ориентация на состояние	Верификация точности, если происходит изменение вибрации	Непрерывно на панели управления
Реле уровня – низкий уровень масла в компрессоре	Отказ изменения состояния по запросу	80 000	Скрытый отказ	Отказ детектора/датчика	Обнаружение отказа	Функциональная проверка реле уровня	8 000
Датчик и проводка – температура масла в компрессоре	Высокие показания	160 000	Явный отказ	Разомкнутая цепь	Ориентация на время	Проверка надежности соединений	8 000
Датчик уровня – резервуар с гликолем	Неточный выход	40 000	Скрытый отказ	Не откалиброван	Ориентация на время	Калибровка передатчика до подтверждения уровня заполнения гликолем	8 000
Датчик давления – всасывание компрессором/сброс	Неточный выход	80 000	Явный отказ	Не откалиброван	Ориентация на время	Верификация калибровки	16 000
Датчик и проводка – всасывание компрессором/сброс температуры	Высокие показания	160 000	Явный отказ	Разомкнутая цепь	Ориентация на время	Проверка надежности соединений	8 000
Датчик вибрации – вибрация кулера	Отказ обеспечения надлежащего выхода	40 000	Явный отказ	Отказ детектора/датчика	Ориентация на состояние	Верификация точности, если происходит изменение вибрации	Непрерывно на панели управления

В.8.5.5 Преимущества и недостатки

Преимущества включают следующие:

- процесс позволяет использовать величину риска для принятия решений о техническом обслуживании;
- задачи основаны на их применимости, то есть, достигнут ли ожидаемый конечный выход;
- задачи оцениваются с целью обеспечения их экономической эффективности и целесообразности для выполнения;
- нецелесообразные действия по техническому обслуживанию устраняются с надлежащим обоснованием;
- процесс и решения документируются для последующего анализа.

Недостатки включают следующее:

- процесс обычно занимает много времени для обеспечения его результативности;
- процесс зависит в большой степени от подготовленного и опытного модератора;
- команда должна обладать всеми необходимыми знаниями и опытом технического обслуживания для обоснования решений;
- процесс может быть сокращен, что повлияет на обоснованность принимаемых решений;
- возможные рассматриваемые задачи будут ограничены знанием доступных методов, таких как техники мониторинга состояния.

В.8.5.6 Справочный документ

[76] ІЕС 60300-3-11, Dependability management – Part 3-11: Application guide – Reliability centred maintenance (Менеджмент надежности. Часть 3-11. Руководство по применению. Техническое обслуживание, направленное на обеспечение надежности)

В.8.6 Индексы риска (показатели риска)

В.8.6.1 Общее описание

Индексы риска обеспечивают меру риска, которая определяется с помощью балльной оценки и порядковых шкал. Факторы, которые, как полагают, влияют на величину риска, идентифицируются, оцениваются и объединяются, используя уравнение, которое отображает взаимосвязь между ними. В простейших формулировках факторы, повышающие уровень риска, перемножаются друг на друга и делятся на те факторы, которые снижают уровень риска. Там, где это возможно, шкалы и способы их объединения основаны на свидетельствах и данных.

Важно, чтобы оценки в баллах для каждой части системы были внутренне непротиворечивыми и поддерживали их корректные взаимоотношения.

Математические формулы не могут быть применены к порядковым шкалам. Поэтому, после разработки системы балльной оценки, следует, чтобы модель была валидирована путем применения ее к системе, которая надлежащим образом изучена.

Разработка индекса является итеративным подходом, и для валидации метода следует исследовать несколько различных систем для объединения баллов.

В.8.6.2 Использование

Индексы риска – это, по сути, качественный или полуколичественный подход к ранжированию и сравнению рисков. Они могут использоваться для внутренних или внешних рисков в ограниченной или расширенной области применения. Они часто специфичны для конкретного типа риска и используются для сравнения различных ситуаций, в которых такой риск возникает. Хотя числа и используются, это делается исключительно для осуществления преобразований. В тех случаях, когда базовая модель или система недостаточно изучены или не могут быть выражены, как правило, лучше применять более качественный подход, который не подразумевает такой уровень точности, который невозможен при использовании порядковых шкал.

Пример 1 – Индекс риска заболевания используется для оценки риска заражения конкретным заболеванием для отдельного лица путем объединения оценок в баллах различных известных факторов риска, определенных путем эпидемиологических исследований, с учетом силы связи между фактором риска и заболеванием.

ПРИМЕР 2 – Рейтинги опасности кустарникового пожара сравнивают риск пожара в разные дни с учетом прогнозируемых условий, таких как влажность, сила ветра, сухость ландшафта и горючая нагрузка.

ПРИМЕР 3 – Кредиторы рассчитывают кредитные риски для потребителей, используя индексы, которые представляют компоненты их финансовой устойчивости.

В.8.6.3 Входы

Входы получают на основе анализа системы. Это требует глубокого понимания всех источников риска и путей возникновения последствий.

Можно применять такие инструменты, как FTA (В.5.7), ETA (В.5.6) и МСА (В.9.5), а также полученные ранее данные для поддержки разработки индексов риска.

Поскольку выбор используемой порядковой шкалы в некоторой степени произвольный, для валидации индекса необходимы достаточное количество данных.

В.8.6.4 Выход

Выходом является ряд чисел (составных индексов), которые относятся к конкретному риску и которые можно сравнить с индексами, разработанными для других рисков в рамках той же системы.

В.8.6.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам индексов риска относятся следующие:

- они могут предоставить простой и удобный в использовании инструмент для ранжирования различных рисков;
- они позволяют включать несколько факторов, влияющих на уровень риска, в единую балльную оценку.

Недостатки включают следующее:

- если процесс (модель) и его выход не валидированы надлежащим образом, то результаты могут быть бессмысленными;
- так как выход представляют собой числовое значение для риска, он может быть неверно истолкован и использован неправильно, например, в последующем анализе затрат/выгод;
- во многих ситуациях, когда используются индексы, нет существующей фундаментальной модели для определения того, являются ли отдельные шкалы для факторов риска линейными, логарифмическими или какой-либо другой формы, а также нет модели для определения того, как следует объединять факторы. В таких ситуациях рейтинг по своей сути ненадежен, и валидация на реальных данных особенно важна;
- часто бывает трудно получить достаточные свидетельства для валидации шкал;
- использование числовых значений может подразумевать уровень точности, который не может быть подтвержден.

В.8.6.6 Справочные документы

[77] MACKENZIE Cameron A. Summarizing risk using risk measures and risk indices

В.9 Техники выбора между вариантами

В.9.1 Общие положения

Техники, описанные в разделе В.9, используются для того, чтобы помочь лицам, принимающим решения, делать выбор между вариантами, которые связаны с многочисленными рисками и требуют компромиссов. Техники помогают обеспечить логическую основу для обоснования причин решения. Поскольку методы имеют разные философии, может быть полезно изучить варианты, используя более одного метода.

Анализ дерева решений и анализ затрат/выгод основывают решения на ожидаемых финансовых потерях или прибыли. Многокритериальный анализ позволяет взвешивать различные критерии и находить компромиссные варианты. Анализ сценария (см. В.2.5) также может использоваться для изучения возможных последствий применения разных вариантов. Этот метод особенно полезен, когда существует высокая неопределенность. Проблемы с принятием решений также могут быть смоделированы, используя диаграммы влияния (В.5.3).

В.9.2 Анализ затрат/выгод (СВА)

В.9.2.1 Общее описание

Анализ затрат/выгод взвешивает общие ожидаемые затраты на варианты в денежном выражении с их общими ожидаемыми выгодами для выбора наиболее результативного или наиболее прибыльного варианта. Он может быть качественным или количественным, или включать объединение количественных и качественных элементов, и может применяться на любом уровне организации.

Заинтересованные стороны, которые могут понести затраты или получить выгоды (материальные или нематериальные), идентифицируются вместе с прямыми и косвенными выгодами и затратами для каждой заинтересованной стороне.

Примечание – Прямые затраты – это затраты, которые напрямую связаны с действием. Косвенными затратами являются такие дополнительные альтернативные издержки, как потеря полезности, потеря времени, которое может быть затрачено на менеджмент, или отвлечение капитала от других потенциальных инвестиций.

В количественном СВА денежная стоимость присваивается всем материальным и нематериальным затратам и выгодам. Часто случается так, что затраты возникают в течение короткого периода времени (например, в течение года), а выгоды получают в течение длительного периода. Затем необходимо дисконтировать затраты и выгоды, чтобы превратить их в «деньги на сегодняшний день» для проведения достоверного сравнения затрат и выгод. Приведенная стоимость всех затрат (PVC) и приведенная стоимость выгод (PVB) для всех заинтересованных сторон могут быть объединены для получения чистой приведенной стоимости (NPV): $NPV = PVB - PVC$.

Положительная NPV подразумевает, что действие может быть подходящим вариантом. Вариант с наибольшим NPV не обязательно является вариантом с наилучшей стоимостью. Наибольшее отношение NPV к приведенной стоимости всех затрат является полезным показателем варианта оптимальной стоимости. Следует, чтобы выбор, основанный на СВА, сочетался со стратегическим выбором между удовлетворительными вариантами, которые могут в индивидуальном порядке предлагать обработку рисков с наименьшими затратами, наивысшую возможную выгоду или наилучшую стоимость (наиболее прибыльный возврат инвестиций). Такой стратегический выбор может потребоваться как на уровне установления политики, так и на операционном уровне.

Неопределенность в затратах и выгодах может быть учтена путем расчета средневзвешенного значения вероятности чистых выгод (ожидаемая чистая приведенная стоимость или ENPV). В этом расчете предполагается, что пользователь нейтрально относится как к небольшой выплате с высокой вероятностью возникновения, так и к большой выплате с низкой вероятностью возникновения, при условии, что обе данные выплаты имеют одинаковую ожидаемую величину. Расчеты NPV также можно объединить с деревьями решений (В.9.3) для моделирования неопределенности в будущих решениях и их конечных выходах. В некоторых ситуациях возможно отложить некоторые затраты, пока не будет получена более подробная информация о затратах и выгодах. Возможность такого действия имеет значение, которое можно оценить с помощью анализа реальных вариантов.

В качественном СВА не делается никаких попыток найти денежную стоимость нематериальных затрат и выгод, и вместо предоставления единого показателя, суммирующего затраты и выгоды, проводится качественное изучение отношений и компромиссов между различными затратами и выгодами.

Сопутствующий метод – это анализ результативности затрат. Он предполагает предпочтительность определенной выгоды или конечного выхода и наличие нескольких альтернативных способов их достижения. Анализ рассматривает только затраты и пытается идентифицировать самый экономичный способ достижения выгоды.

Несмотря на то, что нематериальная стоимость обычно рассматривается в денежном выражении, также возможно применение весового коэффициента к другим затратам, например, оценивая выгоды по обеспечению безопасности в более высоком значении, чем финансовые выгоды.

Вариант СВА – анализ рисков затрат/выгод (CBRA) – уделяет больше внимания риску. В то время как СВА использует точечные или двоичные распределения, значение для риска в CBRA также может учитывать полное распределение вероятностей для отрицательных и положительных последствий [78].

В.9.2.2 Использование

СВА используется на операционном и стратегическом уровнях для оказания содействия при выборе между вариантами. В большинстве ситуаций такие варианты будут включать неопределенность. В расчетах необходимо учитывать, как изменчивость ожидаемой приведенной стоимости затрат, так и выгод, а также возможность непредвиденных событий. Для этого можно применять анализ чувствительности или анализ методом Монте-Карло (В.5.10).

СВА также может использоваться при принятии решений о рисках и способах их обработки, например:

- в качестве входных данных для решения о необходимости обработки риска;
- для принятия решения относительно выбора лучшей формы обработки риска;
- для сравнения долгосрочных и краткосрочных вариантов обработки риска.

В.9.2.3 Входы

Входы включают информацию о затратах и выгодах для соответствующих заинтересованных сторон и о неопределенности таких затрат и выгод. Следует рассмотреть материальные и нематериальные затраты и выгоды. Затраты включают любые ресурсы, которые могут быть израсходованы, включая прямые и косвенные затраты, накладные расходы и негативные воздействия. Выгоды включают положительное воздействие и избежание затрат (которые могут возникнуть в результате обработки рисков). Уже израсходованные необратимые затраты не являются частью анализа. Простой анализ электронных таблиц или качественное обсуждение не требуют значительных усилий, но применение к более сложным проблемам требует значительного времени для сбора необходимых данных и оценки подходящей денежной стоимости нематериальных активов.

В.9.2.4 Выход

Выходом анализа затрат/выгод является информация об относительных затратах и выгодах различных вариантов или действий. Он может быть выражен количественно в виде чистой приведенной стоимости (NPV), наилучшего соотношения (NPV/PVC) или в виде отношения текущей стоимости выгод к текущей стоимости затрат.

Качественный выход, как правило, представляют собой таблицу, в которой сравниваются затраты и выгоды различных типов затрат и выгод, при этом внимание уделяется балансу преимуществ и недостатков.

В.9.2.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам СВА относятся следующие:

- СВА позволяет сравнивать затраты и выгоды, используя единый показатель (обычно деньги);
- обеспечивает прозрачность информации, используемой для принятия решений;
- поощряет сбор подробной информации по всем возможным аспектам решения (это может быть полезно для выявления недостатка знаний, а также для передачи знаний).

Недостатки включают следующее:

- СВА требует глубокого понимания вероятных выгод, поэтому он не подходит для принципиально новой ситуации с высокой неопределенностью;
- количественный СВА может привести к получению совершенно разных чисел, в зависимости от допущений и методов, используемых для присвоения экономических значений неэкономическим и нематериальным выгодам;
 - в некоторых сферах применения сложно определить обоснованную ставку дисконтирования для будущих затрат и выгод;
 - трудно оценить выгоды, которые получает большая часть населения, особенно те, которые связаны с общественным благом, которое не обменивается на рынках. Однако в сочетании с «готовностью платить или принять компенсацию» можно учитывать такие внешние или социальные выгоды;
 - в зависимости от выбранной ставки дисконтирования, практика дисконтирования до текущей стоимости означает, что выгоды, полученные в долгосрочной перспективе, могут оказать незначительное влияние на решение, что препятствует долгосрочным инвестициям;
 - СВА плохо справляется с неопределенностью в сроках наступления затрат и выгод или с гибкостью при принятии будущих решений.

В.9.2.6 Справочные документы

[79] The Green book, Appraisal and Evaluation in Central Government

[80] ANDOSEH, S., et al. The case for a real options approach to ex-ante cost-benefit analyses of agricultural research projects

В.9.3 Анализ дерева решений

В.9.3.1 Общее описание

Дерево решений моделирует возможные маршруты, вытекающие из первоначального принимаемого решения (например, следует ли реализовать проект А или проект В). По мере реализации двух гипотетических проектов может произойти ряд событий, в связи с которыми необходимо будет принять различные прогнозируемые решения. Такие решения представлены в виде дерева, аналогичного дереву событий. Вероятность событий можно оценить вместе с ожидаемым значением или практической ценностью конечного выхода каждого маршрута.

Информация, касающаяся маршрута наилучшего решения, логическим образом дает наилучшее ожидаемое значение, рассчитанное как произведение всех условных вероятностей всего маршрута и значения результата.

В.9.3.2 Использование

Дерево решений может использоваться для структурирования и решения последовательных проблем принятия решений, и оно особенно полезно, когда сложность проблемы возрастает. Это позволяет организации количественно оценить возможные конечные выходы решений и, следовательно, помогает лицам, принимающим решения, выбрать лучший курс действий, когда конечные выходы являются неопределенными. Графическое отображение также может помочь представить причины принятых решений.

Он используется для оценки предложенного решения, часто с использованием субъективных оценок вероятностей событий и оказывает содействие лицам, принимающим решения, в преодолении собственных ошибок восприятия в отношении успеха или отказа. Он может использоваться в отношении вопросов в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе на операционном или стратегическом уровне.

В.9.3.3 Входы

Разработка дерева решений требует плана проекта с точками принятия решения, информацией о возможных конечных выходах принятых решений и случайных событиях, которые могут повлиять на решения. Для корректного построения дерева решений необходим опыт, особенно в сложных ситуациях.

В зависимости от схемы дерева, для обоснования мнения экспертов о вероятностях необходимы количественные данные или достаточная информация.

В.9.3.4 Выходы

Выходы включают:

- графическое представление решения проблемы;
- расчет ожидаемого значения для каждого возможного пути;
- перечень, определяющий приоритетность возможных конечных выходов, основанный на ожидаемом значении, или рекомендуемом маршруте, которому необходимо следовать.

В.9.3.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам анализа дерева решений относятся следующие:

- обеспечивает четкое графическое представление деталей решения проблемы;
- отработка разработки дерева может привести к лучшему пониманию проблемы;
- стимулирует ясное мышление и планирование;
- позволяет рассчитать наилучший маршрут прохождения ситуации и ожидаемый результат.

Недостатки включают следующее:

- большие деревья решений могут стать слишком сложными для простой передачи информации;
- может возникнуть тенденция к упрощению ситуации, чтобы можно было представить ее в виде древовидной диаграммы;
- анализ зависит от данных за прошедшие периоды, которые могут не относиться к моделируемому решению;
- анализ упрощает конечные выходы решения проблемы, дискретизируя их, что исключает крайние значения.

В.9.3.6 Справочный документ

[81] KIRKWOOD Craig, Decision Tree Primer

В.9.4 Теория игр

В.9.4.1 Общее описание

В.9.4.1.1 Общие положения

Теория игр – это средство моделирования последствий различных возможных решений, с учетом ряда возможных будущих ситуаций. Будущие ситуации могут быть определены другим лицом, принимающим решения (например, конкурентом), или внешним событием, таким как успех или отказ технологии или испытания. Например, предположим, что задача состоит в том, чтобы определить цену продукции с учетом различных решений, которые могут быть приняты разными лицами, принимающими

решения (называемыми игроками) в разное время. Можно рассчитать выплату для каждого участвующего в игре игрока, относящуюся к соответствующему периоду времени, и выбрать стратегию с оптимальной выплатой для каждого игрока. Теория игр также может использоваться для определения ценности информации о другом игроке или различных возможных конечных выходах (например, успех технологии).

Существуют различные типы игр, например, кооперативные/некооперативные, симметричные/асимметричные, с нулевой суммой/ненулевой суммой, одновременные/последовательные игры, с полной и неполной информацией, комбинаторные игры, стохастические результаты.

В.9.4.1.2 Коммуникативные и кооперативные/некооперативные игры

Важным фактором является возможность или допустимость коммуникации между игроками. Игра является кооперативной, если игроки могут сформировать обязательные утверждения. В некооперативных играх это невозможно. Комбинированные игры содержат кооперативные и некооперативные элементы. Например, коалиции игроков формируются в кооперативной игре, но стиль их игры некооперативный.

Классическим примером игр без коммуникации между игроками является так называемая «дилемма заключенного». Она заключается в том, что в некоторых случаях действия каждого игрока, направленные на улучшение их собственного результата без учета других игроков, могут привести к худшей ситуации для обоих. Такой вид игры используется для анализа конфликтов и сотрудничества между двумя игроками, когда отсутствие коммуникации может привести к нестабильной ситуации, приводящей к худшему из возможных результатов для обоих игроков. В игре с «дилеммой заключенного» предполагается, что два человека совершили преступление вместе. Их содержат в тюрьме отдельно друг от друга и они не могут общаться. Полиция предлагает сделку. Если каждый заключенный признает свою вину и даст показания против другого, он получит минимальную меру наказания, но другой заключенный получит большую меру наказания. Заключенный получает максимальное наказание, если он не признается и не дает показания, а другой признается и дает показания. Поэтому, чтобы улучшить свое положение, у обоих возникает искушение признаться и дать показания, но в этом случае они оба получают максимальное наказание. Их лучшей стратегией было бы отказаться от сделки и ничего не признавать. В этом случае оба получают минимальное наказание.

В.9.4.1.3 Игры с нулевой суммой/ненулевой суммой и симметричные/асимметричные игры

В игре с нулевой суммой, то, что один игрок получает, другой игрок проигрывает. В игре с ненулевой суммой сумма результатов может варьироваться в зависимости от решения. Например, снижение цен может стоить одному игроку больше, чем другому, но может увеличить объем рынка для обоих.

В.9.4.1.4 Одновременные/последовательные игры

В некоторых играх расчет производится только для одного взаимодействия между игроками. Но в последовательных играх игроки взаимодействуют много раз и могут менять свою стратегию от одной игры к другой.

Например, смоделированные игры были созданы для исследования результатов мошенничества на рынке. Существует две возможности для каждого игрока. Поставщик может поставить или не поставить товар, а потребитель может заплатить или не заплатить. Из четырех возможных результатов нормальный результат дает преимущество обоим игрокам (поставщик поставяет товар, а потребитель платит). Результат, где поставщик не поставяет товар и потребитель не платит – это упущенная возможность. Последние две возможности – это потеря для поставщика (потребитель не платит) или для потребителя (поставщик не поставяет товар). Моделирование прорабатывает разные стратегии, такие как всегда играть честно, всегда мошенничать или мошенничать эпизодически. Было установлено, что оптимальной стратегией было играть честно в первом взаимодействии, а в следующий раз делать то, что делал другой игрок в прошлый раз (играть честно или мошенничать).

Примечание – В реальной жизни поставщик, скорее всего, узнает тех потребителей, которые мошенничают, и перестанет с ними играть.

В.9.4.2 Использование

Теория игр позволяет оценивать риск в тех случаях, когда результат ряда решений зависит от действий другого игрока (например, конкурента) или от ряда возможных результатов (например, будет ли работать новая технология). Следующий пример отображает информацию, которая может быть получена путем анализа игры.

В таблице В.7 отображена ситуация, когда организация может выбирать между тремя различными технологиями. Но прибыль будет зависеть от действия конкурента (действие 1, 2 или 3). Неизвестно,

какое действие выберет конкурент, но вероятности оцениваются, как показано ниже. Прибыль, в миллионе денежных единиц (МУ), рассчитывается в таблице.

Таблица В.7 – Пример матрицы игры

	Конкурент			Ожидаемая прибыль	Гарантиро- ванная при- быль	Максималь- ные потери
	Дей- ствие 1	Действие 2	Дей- ствие 3			
Вероятность	0,4	0,5	0,1			
Технология 1	0,10	0,50	0,90	0,38	0,10	0,50
Технология 2	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,40
Технология 3	0,60	0,60	0,30	0,57	0,30	0,60

Следующая информация может быть извлечена из таблицы для поддержки решения.

Очевидно, что технология 3 является лучшей, с ожидаемой прибылью 0,57 млн. денежных единиц. Но следует учитывать чувствительность к действиям конкурента. В столбце «гарантированная прибыль» указывается, какой будет прибыль для данной технологии, независимо от действий конкурента. Здесь технология 2 является лучшей с гарантированной прибылью 0,50 млн. денежных единиц. Следует учесть, стоит ли выбирать технологию 3, чтобы получить только 0,07 млн. денежных единиц, рискуя потерями 0,20 млн. денежных единиц.

Кроме того, можно рассчитать максимальные потери, которые представляет собой разницу между прибылью от выбора данной технологии и возможной прибылью, если действие конкурента было бы известно. Это принесет выгоду в денежном эквиваленте от повышения осведомленности о решении конкурента.

Такого можно достичь путем переговоров или другими законными способами. В данном примере ценность расширенной информации является наибольшей для технологии 3.

В.9.4.3 Входы

Для достижения исчерпывающего определения, игра должна указывать как минимум следующие элементы в качестве входов:

- игроков или альтернативы игры;
- информацию и действия, доступные каждому игроку в каждой точке принятия решений.

В.9.4.4 Выход

Выходом является выплата по каждому варианту в игре, обычно отображающая полезность отдельных игроков. Как правило, в моделируемых ситуациях выплаты представляют собой деньги, но возможны и другие результаты (например, доля рынка или отставание от проекта).

В.9.4.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам теории игр относятся следующие:

- создание структуры для анализа принятия решений, где возможно несколько решений, но где результат зависит от решения другого игрока или результата будущего события;
- разработка структуры для анализа принятия решений в ситуациях, когда во внимание принимается взаимозависимость решений, принимаемых различными организациями;
- обеспечивает правильное представление о нескольких менее известных концепциях, которые возникают в ситуациях, представляющих конфликт интересов; например, описание и объяснение понятия торга и формирования коалиции;
- минимум в двух организациях в играх с нулевой суммой теория игры описывает научный количественный метод, который может использоваться игроками для достижения оптимальной стратегии.

Недостатки включают следующее:

- предполагается, что игроки знают о своих собственных выплатах, а действия и выплаты других могут быть практически не осуществимы;
- техники решения игр с комбинированными стратегиями (особенно в случае большой матрицы выплат) очень сложны;
- не все проблемы конкуренции могут быть проанализированы с помощью теории игр.

В.9.4.6 Справочные документы

[82] MYERSON, ROGER B., Game Theory: Analysis of Conflict

[83] MARYNARD, SMITH JOHN, Evolution and Theory of Games

[84] ROSENHEAD, J. and MINGER, J. (Eds), Rational Analysis for a Problematic World Revisited

В.9.5 Многокритериальный анализ (МСА)

В.9.5.1 Общее описание

МСА использует ряд критериев для прозрачной оценки и сравнения общей пригодности ряда вариантов. В общем, цель состоит в том, чтобы создать порядок предпочтений для ряда вариантов. Анализ включает в себя разработку матрицы вариантов и критериев, которые ранжируются и объединяются, чтобы обеспечить общую балльную оценку для каждого варианта. Данные техники также известны как многокритериальный (многопараметровый) или многоцелевой процесс принятия решений. Существует много вариантов данного метода и программных приложений, поддерживающих такие методы.

В целом, человек или группа хорошо осведомленных заинтересованных сторон предпринимают следующий процесс:

- определение цели (целей); определение атрибутов (критериев или функциональных метрик пригодности), которые относятся к каждой цели;
- структурирование атрибутов в иерархию необходимых и желательных требований;
- определение важности каждого критерия и приписывание веса каждому критерию;
- достижение консенсуса заинтересованных сторон по взвешенной иерархии;
- оценка альтернатив в отношении критериев (может быть представлена в виде матрицы баллов);
- объединение нескольких баллов по одной характеристике в общую взвешенную балльную оценку по нескольким характеристикам;
- оценка результатов для каждого варианта;
- оценка надежности классификации вариантов посредством выполнения анализа чувствительности, чтобы изучить влияние изменения весовых коэффициентов иерархии характеристик.

Существуют различные методы, с помощью которых можно определить весовые коэффициенты для каждого критерия, а также различные способы объединения балльных оценок критериев для каждого варианта в одну оценку с несколькими характеристиками. Например, баллы могут быть объединены как взвешенная сумма или взвешенная продукция или посредством использования процесса аналитической иерархии (техника выявления весовых коэффициентов и баллов на основе парных сравнений). Все эти методы предполагают, что предпочтение какого-либо одного критерия не зависит от значений других критериев. Там, где это допущение недействительно, используются другие модели.

Поскольку балльные оценки являются субъективными, анализ чувствительности используется для изучения степени влияния весовых коэффициентов и балльных оценок на общие предпочтения между вариантами.

В.9.5.2 Использование

МСА может быть использован для:

- сравнения нескольких вариантов для первичного анализа для определения предпочтительных и неподходящих вариантов;
- сравнения вариантов при наличии нескольких, а иногда и противоречивых критериев;
- достижения консенсуса в отношении решения, по отношению к которому разные заинтересованные стороны имеют противоречивые цели или ценности.

В.9.5.3 Входы

Входы представляют собой набор вариантов для анализа и критериев, основанных на целях, которые могут использоваться для оценки пригодности вариантов.

В.9.5.4 Выходы

Результаты могут быть представлены в виде:

- представление вариантов в ранговом порядке от наилучшего к наименее предпочтительному;
- матрицы, в которой осями матрицы являются вес критерия и балльная оценка критерия для каждого варианта.

Представление результатов в матрице позволяет исключить варианты, которые не соответствуют критериям, имеющим высокий коэффициент весомости, или, которые не соответствуют необходимому критерию.

В.9.5.5 Преимущества и недостатки

Преимущества МСА включают следующее:

- обеспечение простой структуры для принятия результативных решений и представления допущений и выводов;
- принятие более управляемых решений по сложным проблемам, которые не поддаются анализу затрат/выгод;
- содействие рациональному рассмотрению проблемы, когда необходимо найти компромисс;
- содействие достижению договоренности, когда заинтересованные стороны имеют разные цели и, следовательно, разные ценности и критерии.

Недостатки включают следующее:

- МСА может зависеть от смещения и неудачного выбора критериев принятия решения;
- алгоритмы агрегации, которые рассчитывают коэффициенты весомости критериев из заявленных предпочтений или объединяют различные взгляды, могут затруднять понимание истинного обоснования решения;
- система балльной оценки может упростить проблему, требующую принятия решения.

В.9.5.6 Справочные документы

[85] EN 16271:2012, Value management – Functional expression of the need and functional performance specification – Requirements for expressing and validating the need to be satisfied within the process of purchasing or obtaining a product (Управление стоимостью. Функциональное выражение потребности и спецификация работ. Требования к выражению и подтверждению потребности, которые следует соблюдать в процессе закупки или получения продукта)

Примечание – EN 16271:2012 устанавливает подходы для согласования противоречивых потребностей заинтересованных сторон, методы, которые можно применять для определения требований к функциональным характеристикам, и руководство по установлению степени детализации для многокритериального анализа перед сравнением вариантов.

[86] DEPARTMENT FOR COMMUNITIES AND LOCAL GOVERNMENT, Multi-criteria analysis: a manual 2009

[87] RABIHAN MHD.SUM (2001), Risk Management Decision Making

[88] VELASQUEZ, M., HESTER, P. An Analysis of Multi-criteria Decision Making Methods

В.10 Техники ведения записей и составления отчетности

В.10.1 Общие положения

Раздел В.10 рассматривает техники, используемые для ведения записей и составления отчетности об общей информации о рисках. Требования к подробным отчетам приведены в 6.6.

Общий подход к составлению отчетности и ведению записей об информации о рисках состоит в том, чтобы ввести основную информацию для каждого риска в реестр рисков, такой как электронная таблица или база данных (см. В.10.2). Некоторые риски могут потребовать более подробного описания, по сравнению с тем, которое содержит традиционный реестр рисков. Например, описание может включать несколько источников риска, ведущих к одному событию, несколько возможных конечных выходов одного события или источника, эффекты домино и потенциальные отказы средств управления. Диаграмма «галстук-бабочка» является примером инструмента, который можно использовать для организации и передачи такой информации (см. В.4.2.)

Информация о величине риска также может быть представлена несколькими различными способами. Наиболее распространенный метод использует матрицу последствие/вероятность (см. В.10.3). Помимо вероятности, последствия и уровня риска, положение которых обозначено в матрице, может быть предоставлена дополнительная информация, такая как свойства средств управления, степень реализации обработки риска и т. д., выраженная через размер точек, обозначающих риск, или их цвет.

Матрица последствий/вероятности требует, чтобы риск мог быть представлен одной парой последствие/вероятность. В других ситуациях риски иногда могут быть представлены функцией распределения вероятностей или интегральной функцией распределения (см. В.10.4).

В.10.2 Реестры рисков

В.10.2.1 Общее описание

Реестр рисков объединяет информацию о рисках, для информирования тех, кто подвержен рискам, и тех, кто несет ответственность за менеджмент рисков. Реестр может быть на бумажных носителях или иметь формат базы данных и обычно включает:

- краткое описание риска (например, название, последствия и последовательность событий, приводящих к последствиям и т. д.);
- заявление о вероятности возникновения последствий;
- источники или причины риска;
- текущие действия по управлению риском.

Риски могут быть классифицированы по различным категориям для облегчения составления отчетности (В.2.2).

Риски обычно перечисляются индивидуально, как отдельные события, но взаимосвязанности следует отмечать.

При ведении записей об информации о рисках, следует четко различать риски (потенциальные последствия того, что может произойти) и источники риска (как или почему это может произойти) и средства управления, которые могут привести к отказу. Также может быть полезным указать знаки раннего обнаружения того, что событие может произойти.

Многие реестры рисков также включают некоторую оценку значимости риска, указание того, считается ли риск приемлемым или допустимым, или необходима дальнейшая обработка риска, а также причины такого решения. Если рейтинг значимости применяется к риску на основе последствий и их вероятности, то при этом следует учитывать вероятность того, что средства управления приведут к отказу. Уровень риска для отказа средств управления не следует назначать как независимый риск.

Риски, в которых последствия являются положительными, могут быть задокументированы в том же документе, что и риски, в которых последствия являются отрицательными, или отдельно. Возможности (которые представляют собой обстоятельства или идеи, которые могут быть использованы, а не случайные события), как правило, документируются отдельно и анализируются с учетом затрат, выгод и любых потенциальных негативных последствий. Иногда такой реестр можно назвать реестром ценностей и возможностей.

В.10.2.2 Использование

Реестр рисков используется для документирования и отслеживания информации об отдельных рисках и о том, как они управляются. Он может использоваться для передачи информации о рисках заинтересованным сторонам и подробного рассмотрения особо важных рисков. Реестр может использоваться на корпоративном, ведомственном, операционном и проектном уровнях, где существует большое количество рисков, средств управления и методов обработки, которые необходимо отслеживать. Информация из реестра рисков может быть консолидирована для предоставления информации высшему руководству.

Реестр рисков может использоваться в качестве основы для отслеживания внедрения предлагаемой обработки рисков, поэтому он может содержать информацию об обработке и способах ее внедрения или ссылки на другие документы или базы данных с такой информацией. (Такая информация может включать владельцев рисков, действия, владельцев действий, обобщенные результаты бизнес-операций, финансовые сметы и сроки и т. д.). В некоторых ситуациях может быть предусмотрена форма реестра рисков.

В.10.2.3 Входы

Входы реестра рисков, как правило, представляют собой выходы техник оценки риска, таких как описанные в разделах В.1-В.4, дополненные записями об отказах.

В.10.2.4 Выходы

Выходами являются записи информации и отчеты о рисках.

В.10.2.5 Преимущества и недостатки

К преимуществам реестра рисков относятся следующие:

- информация о рисках сведена и представлена в форме, позволяющей идентифицировать и отслеживать требуемые действия;
- информация о различных рисках представлена в сопоставимом формате, который можно использовать для определения приоритетов и проведения опросов;
- в создание реестра рисков обычно вовлечено много людей и такая деятельность повышает общую осведомленность о необходимости менеджмента рисков.

Недостатки включают следующее:

- риски, заносимые в реестры, как правило, основаны на событиях, которые могут затруднить точную характеристику некоторых форм риска (см. 4.2);

- очевидная простота использования может дать неоправданную уверенность в информации, так как последовательное описание рисков может быть трудным, а источники риска, риски и слабые места в средствах управления риском часто неясны;
- существует много разных способов описания риска, и любой приоритет будет зависеть от способа описания риска и уровня разбивки проблемы на составные части;
- для поддержания реестра рисков в актуальном состоянии требуются значительные усилия (например, все предложенные методы обработки рисков следует перечислять в качестве текущих средств управления после их внедрения, новые риски следует постоянно вносить в реестр, а те риски, которые более не существуют, удалять);
- риски, как правило, вносятся в реестр в отдельном порядке. Это может затруднить консолидацию информации для разработки общей программы обработки рисков.

В.10.2.6 Справочные документы

Для данного метода справочные документы отсутствуют.

В.10.3 Матрица последствий/вероятностей (матрица риска или карта рисков)

В.10.3.1 Общее описание

Матрица последствий/вероятностей (также называемая матрицей риска или картой рисков) – это способ отображения рисков в соответствии с их последствиями и вероятностью, а также объединения данных характеристик для отображения рейтинга значимости риска.

Для осей матрицы определяются индивидуальные шкалы последствий и вероятности. Шкалы могут иметь любое количество точек – наиболее распространены шкалы с тремя, четырьмя или пятью и более точками, шкалы могут быть качественными, полуколичественными или количественными. Если для определения точек шкал используют численные описания, то следует, чтобы они соответствовали имеющимся данным и указывали единицы измерения. Как правило, для соответствия данным, необходимо, чтобы каждая точка шкалы на двух шкалах была на порядок больше предыдущей.

Шкала последствий (или шкалы) может отображать положительные или отрицательные последствия. Шкалы следует напрямую связывать с целями организации и следует начинать от максимально правдоподобного последствия до минимального исследуемого последствия. Частичный пример неблагоприятных последствий показан на рисунке В.15.

Ранг	Финансовые последствия	Последствия для здоровья и безопасности	Последствия для окружающей среды и общества	Другие последствия
a	Максимальный уровень потерь (\$)	Многочисленные смертельные случаи	Необратимый, существенный вред; оскорбление общественного мнения	
b	↓	↓	↓	↓
c	↓	↓	↓	↓
d	↓	↓	↓	↓
e	Минимальные потери (\$)	Требуется только первая помощь	Незначительный непостоянный вред	

Рисунок В.15 – Пример части таблицы с определением шкал последствий

Примечание – Часть примера используется таким образом, что их нельзя использовать напрямую, чтобы подчеркнуть, что оценочные шкалы всегда следует адаптировать к конкретному контексту.

Могут использоваться дополнительные категории последствий или их меньшее количество, а шкалы могут иметь меньше или больше пяти точек, в зависимости от контекста. В колонке ранга последствий могут быть слова, цифры или буквы.

Следует, чтобы шкала вероятности охватывала диапазон, соответствующий данным для оцениваемых рисков. Часть примера шкалы вероятности приведена на рисунке В.16.

Ранг	Описание	Смысловое описание
5	Вероятно	Ожидаемое количество за неделю
4	⋮	⋮
3	⋮	⋮
2	⋮	⋮
1	Маловероятно	Теоретически возможно, но чрезвычайно нереально

Рисунок В.16 – Часть примера шкалы вероятности

Шкала рейтинга вероятности может иметь больше или меньше пяти точек, а ранг может быть представлен в виде слов, цифр или букв.

Следует, чтобы шкала вероятности была адаптирована к ситуации и может потребоваться разный диапазон для положительных или отрицательных последствий. Если самое значительное последствие считается допустимым при некоторой низкой вероятности, то следует, чтобы наименьший шаг на шкале вероятности представлял приемлемую вероятность для самого значительного определенного последствия (в противном случае все действия, имеющие самое значительное последствие, определяются, как недопустимые и не могут быть сделаны допустимыми). При определении допустимой вероятности возникновения одного риска, имеющего самое значительное последствие, следует учитывать тот факт, что множественные риски могут привести к одному и тому же последствию.

Матрицу строят с последствиями по одной оси и вероятностью по другой в соответствии с определенным масштабом. Каждой ячейке может быть поставлен в соответствие ранг приоритетности. В приведенном примере это пять рангов приоритетности, обозначенных римскими цифрами. Как правило, клетки закрашивают в цвет, указывающий величину риска. Правила принятия решений (такие, как уровень внимания руководства или срочность реагирования) могут быть связаны с ячейками матрицы. Это будет зависеть от определений, используемых для шкал и отношения организации к риску. Следует, чтобы построение матрицы обеспечивало приоритетность риска на основе степени, в которой риск приводит к последствиям за пределами установленных организацией пороговых значений.

Матрица может быть настроена так, чтобы придать дополнительный вес последствиям (как показано на рисунке В.17) или вероятности, или она может быть симметричной в зависимости от применения.

↑ Ранг последствия	a	III	III	II	I	I
	b	IV	III	III	II	I
	c	V	IV	III	II	I
	d	V	V	IV	III	II
	e	V	V	IV	III	II
		1	2	3	4	5
		Ранг вероятности →				

Рисунок В.17 – Пример матрицы последствие/вероятность

В.10.3.2 Использование

Матрица последствие/вероятность используется для оценки и передачи информации об относительной величине рисков на основе пары последствие/вероятность, которая обычно связана с центральным событием.

Чтобы оценить риск, пользователь сначала находит идентификатор последствия, который лучше всего соответствует ситуации, а затем определяет вероятность, с которой, как можно полагать, последствие произойдет. Точку помещают в прямоугольник, который объединяет данные значения, а уровень риска и соответствующее правило принятия решения считывают из матрицы.

Риски с потенциально высокими последствиями часто вызывают наибольшую обеспокоенность у лиц, принимающих решения, даже когда вероятность очень низкая, но риск с частыми и низкими воздействиями может иметь большие кумулятивные или долгосрочные последствия. Может возникнуть необходимость проанализировать оба вида рисков, так как соответствующие методы обработки рисков могут быть совершенно разными.

Там, где возможен диапазон различных значений последствий одного события, вероятность всех конкретных последствий будет отличаться от вероятности события, вызывающего это последствие. Обычно используется вероятность установленного последствия. Следует, чтобы способы интерпретации и использования вероятности были едиными для всех сравниваемых рисков.

Матрица может использоваться для сравнения рисков с различными типами потенциальных последствий и на любом уровне организации. Матрица обычно используется как инструмент скрининга при идентификации множественных рисков, например, чтобы определить, какие риски необходимо отнести к более высокому уровню менеджмент. Ее также можно использовать для определения того, является ли данный риск широко приемлемым или неприемлемым в зависимости от зоны, в которой он находится на матрице. Матрица может использоваться в ситуациях, когда данных для детального анализа недостаточно или ситуация не требует времени и усилий для более детального или количественного анализа. Форма матрицы последствие/вероятность может использоваться для анализа критичности в FMECA (В.2.3) или для установки приоритетов в соответствии с HAZOP (В.2.4) или SWIFT (В.2.6).

В.10.3.3 Входы

Матрицу последствие/вероятности необходимо разрабатывать в соответствии с контекстом. Для этого требуются некоторые данные, доступные для установления реалистичных шкал. Проекты матриц необходимо проверять, чтобы обеспечивать, что действия, предложенные матрицей, соответствуют отношению организации к риску, а пользователи правильно понимают применение шкал.

Для использования матриц необходимы люди (в идеале команда), которые понимают оцениваемые риски и те данные, которые доступны для содействия оценке последствий и их вероятности.

В.10.3.4 Выход

Выходом является отображение относительной вероятности последствий и уровня для различных рисков, а также рейтинг значимости для каждого риска.

В.10.3.5 Преимущества и недостатки

Преимущества включают следующие:

- матрица относительно проста в использовании;
- обеспечивает быстрое ранжирование рисков по различным уровням значимости;
- обеспечивает наглядное отображение значимости риска по последствиям, вероятности или уровню риска;
- может использоваться для сравнения рисков с различными типами последствий.

Недостатки включают следующее:

- требуется надлежащий уровень опыта для разработки валидной матрицы;
- может быть трудным определить общие шкалы, которые применяются в ряде обстоятельств, имеющих отношение к организации;
- трудно однозначно определить шкалы, чтобы позволить пользователям последовательно оценивать последствия и вероятность;
- валидация рангов рисков зависит от того, насколько хорошо были разработаны и калиброваны шкалы;
- требуется определить единое ориентировочное значение последствия, тогда как во многих ситуациях возможен диапазон значений последствий, и ранжирование риска зависит от выбора одного из значений;

- правильно калиброванная матрица будет включать очень низкие уровни вероятности для многих отдельных рисков, которые трудно концептуализировать;
- использование матрицы очень субъективно, и разные люди часто присваивают очень разные ранги одному и тому же риску. Это создает условия для манипуляций;
- риски не могут быть объединены напрямую (например, нельзя определить, является ли определенное число низких рисков или выявление низкого риска, идентифицированное количество раз, эквивалентными среднему риску);
- трудно объединять или сравнивать уровень риска для разных категорий последствий;
- достоверный ранг требует последовательной формулировки рисков (чего трудно достичь);
- каждый ранг будет зависеть от способа описания риска и уровня детализации (т. е. чем более детализирована идентификация, тем больше описано сценариев, каждый из которых имеет более низкую вероятность). Следует, чтобы способ группировки сценариев при описании риска был последовательным и определенным до проведения ранжирования.

В.10.3.6 Справочные документы

[79] ELMONSTRI, Mustafa, Review of the strengths and weaknesses of risk matrices BAYBUTT, Paul, Calibration of risk matrices for process safety

В.10.4 S-образные кривые

В.10.4.1 Общее описание

Если риск может иметь диапазон значений последствий, они могут отображаться как распределение вероятностей последствий (PDF). См., например, сплошную кривую на рисунке В.18. По данным можно также построить график распределения кумулятивных вероятностей (CDF), иногда называемый S-образной кривой (пунктирная линия на рисунке В.18). PDF может быть параметрическим или непараметрическим.

Вероятность того, что последствие превысит определенное значение, может быть непосредственно считана с S-образной кривой. Например, на рисунке В.18 показано, что существует 90 % вероятность того, что последствия не превысят значение последствий С.

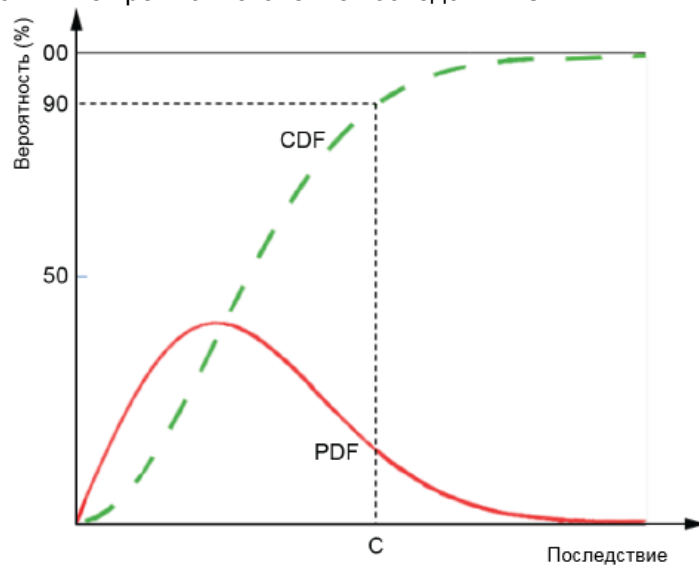


Рисунок В.18 – Функция распределения вероятностей и функция распределения кумулятивных вероятностей

В некоторых случаях форма распределения известна, исходя из теоретических знаний. В других случаях форма распределения может быть получена из данных или является выходом модели.

Также можно применять экспертные суждения для оценки нижней точки диапазона последствий, вероятной средней точки и верхней точки диапазона. Затем можно использовать различные формулы для определения среднего значения для последствия и дисперсии и строят кривую по этой информации.

В.10.4.2 Использование

PDF отображает вероятность различных значений последствий в визуальной форме, которая показывает наиболее вероятное значение, степень изменчивости и вероятность экстремального события.

В некоторых случаях может быть полезным получить единственное репрезентативное значение из распределения вероятностей, например, для сравнения с критериями оценки. Часто математическое ожидаемое (среднее) используется для представления наилучшей оценки величины последствий. (Это эквивалентно сумме произведений вероятностей и последствия, представленных кривой.) Другие меры включают дисперсию распределения или некоторого диапазона процентилей, такого как межквартильный размах (ширина шкалы, ограниченная 25-м и 75-м процентилем) или 5-й и 95-й процентиля (см., например, VaR В.7.2). Однако такие методы могут по-прежнему не уделять достаточного внимания возможности критических последствий, которые могут быть важны для принимаемых решений. Например, при выборе инвестиции учитываются как средний ожидаемый доход, так и колебания дохода; при планировании ликвидации пожара учитываются критические события, а также ожидаемые последствия.

S-образная кривая является полезным инструментом при обсуждении значений последствий, которые представляют приемлемый риск. Она является средством представления данных, позволяющим легче увидеть вероятность того, что последствия превысят определенное значение.

В.10.4.3 Входы

Создание S-образной кривой требует данных или суждений, на основании которых может быть получено правильное распределение. Несмотря на то, что распределения могут быть получены на основе суждения с небольшим количеством данных, достоверность распределения и его статистика будет тем больше, чем больше данных доступно.

В.10.4.4 Выходы

Выходами являются диаграмма, которая может применяться лицами, принимающими решения, при рассмотрении приемлемости риска, и различные статистические данные распределения, которые можно сравнить с критериями.

В.10.4.5 Преимущества и недостатки

Преимущества включают следующие:

- метод представляет величину риска, когда существует распределение последствий;
- эксперты обычно могут оценить максимальные, минимальные и наиболее вероятные значения последствий и дать разумную оценку вероятной формы распределения. Сведение данных значений и оценки в форму кумулятивного распределения облегчает применение данной информации для специалистов. По мере появления более надежных входов точность S-образной кривой повышается.

Недостатки включают следующее:

- метод может создать впечатление точности, которая не подтверждается уровнем достоверности данных, на основании которых было получено распределение;
- для любого метода получения точечного значения или значений для представления распределения последствий существуют основополагающие предположения и неопределенности относительно:
 - формы распределения (например, нормальное, дискретное или сильно несимметричное);
 - наиболее подходящего способа представления этого распределения в виде балльного значения;
 - значения точечной оценки из-за присущей ей неопределенности в данных, на основании которых она получена;
 - распределения и их статистика, основанная на опыте или данных за прошедшие периоды, по-прежнему дают мало информации о вероятности будущих событий с критическими последствиями, но с низкой вероятностью.

В.10.4.6 Справочный документ

[91] GARVEY, P., BOOK S.A., COVERT R.P. Probability Methods for Cost Uncertainty Analysis: A Systems Engineering Perspective

Библиография

Общие

- [1] Principe "GAME" (Globalement au moins équivalent) Methodologie de demonstration, Les guides d'application. Systèmes de transport public guidés urbains de personnes. 2011
- [2] FEKETE ISTVAN, Integrated Risk Assessment for supporting Management decisions Scholars Press, Saarbrücken, Germany 2015
- [3] PEACE, C. The reasonably practicable test and work health and safety-related

Техники сбора мнений заинтересованных сторон и экспертов описаны

- [4] EN 12973, Value Management (Менеджмент ценности)
- [5] PROCTOR, A. Creative problem solving for managers. Abingdon: Routledge
- [6] GOLDENBERG, Olga, WILEY, Jennifer. Quality, conformity, and conflict: Questioning the assumptions of Osborn's brainstorming technique, The Journal of Problem Solving. 2011, 3(2),96-108 [viewed 2019-02-13] available at: <http://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1093&context=jps>
- [7] ROWE, G. WRIGHT, G. The Delphi technique: Past, present, and future prospects. Technological forecasting and social change. 2011, 78, Special Delphi Issue
- [8] MCDONALD, D. BAMMER, G. and DEANE, P. Research Integration Using Dialogue Methods, ANU press Canberra. 2009 Chapter 3 Dialogue methods for understanding a problem: integrating judgments. Section 7 Nominal Group Technique [viewed 2019-02-13]. Available at <http://press.anu.edu.au/node/393/download>
- [9] HARRELL, M.C. BRADLEY, M.A. 2009 Data collection methods – A training Manual – Semi structured interviews and focus groups, RAND National defence research Institute USA [viewed 2019-02-13]. Available at: http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/technical_reports/2009/RAND_TR718.pdf
- [10] GILL, J. JOHNSON, P. Research methods for managers 4th ed. 2010 London: Sage Publications Ltd
- [11] SAUNDERS, M. LEWIS, P. THORNHILL, A. Research Methods for Business Students 7th ed. 2016 Harlow: Pearson Education Ltd.
- [12] UNIVERSITY OF KANSAS COMMUNITY TOOL BOX Section 13 Conducting surveys; [viewed 2019-02-13]. Available at: <https://ctb.ku.edu/en/table-of-contents/assessment/assessing-community-needs-andresources/conduct-surveys/main>

Техники идентификации рисков

- [13] MATHERLY, Carter The Red Teaming Essential: Social Psychology Premier for Adversarial Based Alternative Analysis. 2013 [viewed 2019-02-13]. Available at: <https://works.bepress.com/matherly/6/download/>
- [14] Pestle analysis Free Management eBooks [viewed 2019-02-13]. Available at: <http://www.free-management-ebooks.com/dldebk/dlst-pestle.htm>
- [15] POPOV, G., LYON, B., HOLLICROFT, B., Risk Assessment: A Practical Guide to Assessing Operational Risks. Hoboken, NJ: Wiley, 2016
- [16] IEC 62740, Root cause analysis (RCA) (Анализ основных причин (RCA))
- [17] BROUGHTON, Vanda. Essential classification. Facet Publishing 2015
- [18] BAILEY, Kenneth. Typologies and taxonomies: An introduction to classification technique. Quantitative applications in the social sciences Series 7,102 1994 Sage publications
- [19] VDI 2225 Blatt 1, Konstruktionsmethodik- Technisch-wirtschaftliches Konstruieren -Vereinfachte Kostenermittlung, 1997 Beuth Verlag
- [20] IEC 60812, Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA) (Анализ видов и последствий отказов (FMEA и FMECA))
- [21] IEC 61882, Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide (Исследования опасности и работоспособности (HAZOP). Руководство по применению)
- [22] RINGLAND, Gill. Scenarios in business, Chichester: John Wiley, 2002
- [23] Van der HEIJDEN, Kees. Scenarios: The art of strategic conversation, Chichester; John Wiley, 2005
- [24] CHERMACK, Thomas J. Scenario planning in organizations, San Francisco: Berrett Koehler publishers Inc. 2011
- [25] MUKUL PAREEK, Using Scenario analysis for managing technology risk: [viewed 2019-02-13]. Available at: <http://www.isaca.org/Journal/archives/2012/Volume-6/Pages/Using-Scenario-Analysis-for-Managing-Technology-Risk.aspx>
- [26] CARD, Alan J. WARD, James R. and CLARKSON, P. John. Beyond FMEA: The structured what-if technique (SWIFT) *Journal of Healthcare Risk Management*, 2012, 31,(4) 23–29

Техники определения источников, причин и факторов риска

- [27] KERVERN, G-Y. Elements fondamentaux des cindyniques, Editions Economica 1995
- [28] KERVERN, G-Y. Latest advances in cindynics, Editions Economica, 1994
- [29] KERVERN, G-Y. & BOULENGER, P. Cindyniques – Concepts et mode d'emploi, Edition Economica 2007
- [30] ISHIKAWA, K. Guide to Quality Control, Asia Productivity Organization, 1986

Техники анализа средств управления

- [31] LEWIS, S. SMITH, K., Lessons learned from real world application of the bow-tie method. 6th AIChE. Global Congress of Process Safety, 2010, San Antonio, Texas [viewed 2019-02-13]. Available at: <http://risktecsolutions.co.uk/media/43525/bowtie%20lessons%20learned%20-%20aiche.pdf>
- [32] HALE, A. R., GOOSSENS L.H.J., ALE, B.J.M., BELLAMY L.A. POST J. Managing safety barriers and controls at the workplace. In Probabilistic safety assessment and management. Editors SPITZER C, SCHMOCKER, U, DANG VN., Berlin: Springer; 2004. pp. 608–13
- [33] MCCONNELL, P. and DAVIES, M. Scenario Analysis under Basel II. [viewed 2019-02-13]. Available at <http://www.continuitycentral.com/feature0338.htm>
- [34] ISO 22000, Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain (Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в пищевой цепи)
- [35] Food Quality and Safety Systems – A Training Manual on Food Hygiene and the Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System [viewed 2019-02-13]. Available at <http://www.fao.org/docrep/W8088E/w8088e05.htm>
- [36] IEC 61508 (all parts), Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems (Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью)
- [37] IEC 61511 (all parts), Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector (Безопасность функциональная. Контрольно-измерительные системы безопасности для обрабатывающей промышленности)
- [38] CENTRE FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY OF THE AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS New York 2001. *Layer of protection analysis – Simplified process risk assessment*

Техники понимания последствий и вероятности

- [39] GHOSH, J., DELAMPADY, M. and SAMANTA, T. An introduction to Bayesian analysis, New York Springer-Verlag, 2006
- [40] QUIGLEY, J.L., BEDFORD, T.J. and WALLS, L.A. Prior Distribution Elicitation. In: Encyclopaedia of Statistics in Quality and Reliability. Wiley. 2008 ISBN 9780470018613
- [41] NEIL, Martin and FENTON, Norman. Risk Assessment and Decision Analysis with Bayesian Networks. CRC Press, 2012
- [42] JENSEN, F.V., NIELSEN T. D. Bayesian Networks and Decision Graphs, 2nd ed. Springer, New York, 2007
- [43] NICHOLSON, A., WOODBERRY O and TWARDY C, The "Native Fish" Bayesian networks. Bayesian Intelligence Technical Report 2010/3, 2010
- [44] NETICA TUTORIAL Introduction to Bayes Nets: What is a Bayes Net? [viewed 2019-02-13]. Available at https://www.norsys.com/tutorials/netica/secA/tut_A1.htm
- [45] ISO/TS 22317, Societal security – Business continuity management systems – Guidelines for business impact analysis (BIA)
- [46] ISO 22301, Societal security – Business continuity management systems – Requirements
- [47] ANDREWS J.D, RIDLEY L.M. 2002. Application of the cause-consequence diagram method to static systems, Reliability engineering and system safety 75(1) 47-58: also at <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/bitstream/2134/695/1/01-22.pdf> [viewed 2019-02-13]
- [48] NIELSEN D.S. The Cause/Consequence Diagram Method as a Basis for Quantitative Accident Analysis, Danish Atomic Energy Commission, RISO-M-1374, May 1971
- [49] IEC 62502, Analysis techniques for dependability – Event tree analysis (ETA) (Методы анализа надежности. Анализ методом дерева событий (ETA))
- [50] IEC TR 63039:2016, Probabilistic risk analysis of technological systems – Estimation of final event rate at a given initial state (Вероятностный анализ риска технологических систем. Оценка вероятности конечного события при заданном исходном состоянии)
- [51] IEC 62508, Guidance on human aspects of dependability (Руководство по человеческим аспектам, связанным с надежностью систем)

- [52] BELL Julie, HOLROYD Justin, Review of human reliability assessment methods. Health and Safety Executive UK, HMSO 2009, [viewed 2019-02-13]. Available at <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr679.pdf>
- [53] OECD Establishing the Appropriate Attributes in Current Human Reliability Assessment Techniques for Nuclear Safety, NEA/CSNI/R 2015 [viewed 2019-02-13] Available at: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=NEA/CSNI/R\(2015\)1&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=NEA/CSNI/R(2015)1&docLanguage=En)
- [54] IEC 61165, Application of Markov techniques (Применение методов Маркова)
- [55] OXLEY, ALAN. Markov Processes in Management Science, published by Applied Probability Trust, 2011 [viewed 2019-02-13]. Available at <https://studylib.net/doc/8176892/markov-processes-in-management-science>
- [56] ISO/IEC Guide 98-3:2008/Suppl.1:2008, Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995) – Supplement 1: Propagation of distributions using a Monte Carlo method (Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения (GUM:1995). Дополнение 1. Распространение распределений по методу Монте-Карло)
- [57] EU: General Data Protection Regulation (European Union Official Journal, 04.05.2016)
- [58] ICO (UK): Conducting privacy impact assessments code of practice [viewed 2019-02-13] Available at: <https://ico.org.uk/media/about-the-ico/consultations/2052/draftconducting-privacy-impact-assessments-code-of-practice.pdf>
- [59] CNIL (FR), Privacy Impact assessment (PIA) [viewed 2019-02-13]. Available at: <https://www.cnil.fr/en/privacy-impact-assessment-pia>

Техники анализа зависимостей и взаимодействий

- [60] BRYSON, J. M., ACKERMANN, F., EDEN, C., & FINN, C. (2004). Visible thinking unlocking causal mapping for practical business results. Chichester: John Wiley & Sons
- [61] ACKERMANN, F, HOWICK, S, QUIGLEY, J, WALLS, L, HOUGHTON, T. Systemic risk elicitation: Using causal maps to engage stakeholders and build a comprehensive view of risks, European Journal of Operational Research 2014, 238(1), 290-299
- [62] JOINT RESEARCH CENTRE, EUROPEAN COMMISSION, Cross-impact analysis [viewed 2019-02-13] Available at: http://forlearn.jrc.ec.europa.eu/guide/2_design/meth_cross-impact-analysis.htm

Техники, которые обеспечивают измерения риска

- [63] WORLD HEALTH ORGANISATION Human health risk assessment toolkit – chemical hazards. 2010 [viewed 2019-02-13]. Available at <http://www.inchem.org/documents/harmproj/harmproj/harmproj8.pdf>
- [64] US EPA Guidelines for ecological risk assessment 1998 [viewed 2019-02-13]. Available at https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-11/documents/eco_risk_assessment1998.pdf
- [65] CHANCE, D., BROOKS, R. An introduction to derivatives and risk management, (9th ed.). Published Mason, Ohio: South-Western Cengage Learning 2013
- [66] THOMAS J. and PEARSON Neil D. Value at risk. Financial Analysts Journal 2000 56, 47-67
- [67] CHOUDHRY, M. An introduction to Value at Risk, Ed. 5, John Wiley and Sons, Chichester UK, 2013
- [68] Value at Risk New York University. [viewed 2019-02-13]. Available at: <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/pdfiles/papers/VAR.pdf>

Техники оценивания значимости риска

- [69] UK HEALTH AND SAFTY EXECUTIVE, 2010a: HID'S Approach To 'As Low As Reasonably Practicable' (ALARP) Decisions [viewed 2019-02-13] available at: <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarpglance.htm>
- [70] UK HEALTH AND SAFTY EXECUTIVE, 2010b: Guidance on (ALARP) decisions in control of major accident hazards (COMAH), [viewed 2019-02-13] available at: http://www.hse.gov.uk/foi/internal-ops/hid_circs/permissioning/spc_perm_37/
- [71] UK HEALTH AND SAFTY EXECUTIVE, 2014: Principles and guidelines to assist HSE in its judgments that duty-holders have reduced risk as low as reasonably practicable [viewed 2019-02-13] available at: <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarp1.htm>
- [72] AMERICAN INSTITUTE FOR CHEMICAL ENGINEERS: Understanding and using F-N Diagrams: Annex A in Guidelines for Developing Quantitative Safety Risk Criteria. New York. John Wiley 2009
- [73] EVANS, A. Transport fatal accidents and FN-curves: 1967-2001. Health and Safety Executive Research Report RR 073 [viewed 2019-02-13]. Available at: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20101111125221/http://www.railreg.gov.uk/upload/pdf/rr073.pdf>

- [74] Pareto Chart, Excel Easy [viewed 2019-02-13]. Available at: <http://www.exceleasy.com/examples/pareto-chart.html>
- [75] Pareto Chart [viewed 2019-02-13]. Available at: <http://www.uphs.upenn.edu/gme/pdfs/Pareto%20Chart.pdf>
- [76] IEC 60300-3-11, Dependability management – Part 3-11: Application guide – Reliability centered maintenance (Менеджмент надежности. Часть 3-11. Руководство по применению. Техническое обслуживание, направленное на обеспечение надежности)
- [77] MACKENZIE Cameron A. Summarizing risk using risk measures and risk indices. Risk Analysis, 34,12 2143-2163 2014

Техники выбора между вариантами

- [78] KHOJASTEH, P, (2016). Application of benefit-cost-risk formula and key change indicators to meet project objectives [viewed 2019-02-13]. Available at <https://www1.bournemouth.ac.uk/sites/default/files/asset/document/Mon%205.1%20Khojasteh%20Pejman%20Risk.pdf>
- [79] The Green book, Appraisal and Evaluation in Central Government; 2011 Treasury Guidance LONDON: TSO London
- [80] ANDOSEH, S., et al. The case for a real options approach to ex-ante cost-benefit analyses of agricultural research projects. Food policy 44, 2014, 218-226 [viewed 2019-02-13]. Available at: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnaec758.pdf
- [81] KIRKWOOD, CRAIG . Decision Tree Primer University of Arizona in Decision Analysis and System Dynamics resources 2002 [viewed 2019-02-13]. Available at: <http://www.public.asu.edu/~kirkwood/DASTuff/decisiontrees/>
- [82] MYERSON, ROGER B., Game Theory: Analysis of Conflict, Harvard University Press, 1991
- [83] MARYNARD, SMITH JOHN Evolution and Theory of Games, Cambridge University Press 1982
- [84] ROSENHEAD, J. and MINGER, J. (Eds), Rational Analysis for a Problematic World Revisited, 2nd ed. Wiley, Chichester UK, 2001
- [85] EN 16271:2012, Value management – Functional expression of the need and functional performance specification – Requirements for expressing and validating the need to be satisfied within the process of purchasing or obtaining a product (Управление стоимостью. Функциональное выражение потребности и спецификация работ. Требования к выражению и подтверждению потребности, которые следует соблюдать в процессе закупки или получения продукта)
- [86] DEPARTMENT FOR COMMUNITIES AND LOCAL GOVERNMENT, Multi-criteria analysis: a manual 2009 [viewed 2019-02-13]. Available at: <https://www.gov.uk/government/publications/multi-criteria-analysis-manual-for-makinggovernment-policy>
- [87] RABIHAN MHD.SUM, Risk Management Decision Making, 2001 [viewed 2019-02-13]. Available at: <http://www.isahp.org/uploads/47.pdf>
- [88] VELASQUEZ, M., HESTER, P. An Analysis of Multi-criteria Decision Making Methods, International Journal of Operations Research, 10 (2), 55-66, 2013 [viewed 2019-02-13]. Available at: http://www.orstw.org.tw/ijor/vol10no2/ijor_vol10_no2_p56_p66.pdf

Техники ведения записей и составления отчетности

- [89] ELMONSTRI, Mustafa, Review of the strengths and weaknesses of risk matrices, Journal of Risk Analysis and Crisis Response, 4 (1), 49-57, 2014 [viewed 2019-02-13]. Available at http://www.atlantispress.com/php/download_paper.php?id=11718
- [90] BAYBUTT, Paul, Calibration of risk matrices for process safety. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 38, 163-168, 2015
- [91] GARVEY, P., BOOK S.A., COVERT R.P. Probability Methods for Cost Uncertainty Analysis: A Systems Engineering Perspective, Ed 2 Annex E Unravelling the S curve. CRC 2016

Приложение ДА
(справочное)

**Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов
государственным стандартам**


Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соот- ветствия	Обозначение и наименование соответствующего государственного стандарта
ISO Guide 73:2009	IDT	СТБ ISO Guide 73-2014 Менеджмент рисков. Термины и определения
ISO 31000:2018	IDT	СТБ ISO 31000-2020 Менеджмент рисков. Руководящие указания
Примечание – В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: – IDT – идентичные стандарты.		

Заместитель директора
по техническому нормированию,
стандартизации и методологии
оценки соответствия БелГИСС


_____ О. Ф. Ильянкoвa

Инженер 1 кат. ТО-21


_____ К. Э. Маханько