ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р 57272.6— 2016**

# МЕНЕДЖМЕНТ РИСКА ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

## Часть 6

## Взаимосвязь риска с неопределенностью измерений

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (ОАО «НИЦ КД»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 10 «Менеджмент риска»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 ноября 2016 г. № 1856-ст

4 В настоящем стандарте реализованы основные положения международного документа CWA 16649:2013 «Менеджмент риска применения новых технологий» (CWA 16649:2013 «Managing emerging technology-related risks»)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. №162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)*

© Стандартинформ, 2016

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

1 Область применения . . . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . . . 1
3 Термины и определения . . . . . 1
4 Менеджмент риска при применении новых технологий . . . . . 1
5 Этапы менеджмента новых рисков . . . . . 2
6 Неопределенность измерений и новый риск . . . . . 3
7 Менеджмент риска при хранении опасных материалов . . . . . 4
Приложение А (справочное) Хранение опасных материалов . . . . . 10
Библиография . . . . . 11

## Введение

Знание неопределенности результатов измерений крайне важно для принятия решений. Представление информации, связанной с риском, является критической проблемой в менеджменте риска. Без количественных оценок неопределенности невозможно решить, превышают ли наблюдаемые отклонения результатов измерений заданную изменчивость, соответствуют ли объекты испытаний установленным требованиям. По отношению к неопределенности измерений, связанной с новыми рисками, дополнительная трудность состоит в том, что новые виды риска часто связаны с неизученными феноменами, появляющимися в результате применения новых технологий.

В настоящем стандарте установлены принципы анализа неопределенности измерений как источника риска. Информация приведена в соответствии с основными принципами менеджмента новых рисков и его основных этапов. Настоящий стандарт предназначен для сотрудников организаций, ответственных за менеджмент риска, и входит в серию стандартов «Менеджмент риска применения новых технологий».

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# МЕНЕДЖМЕНТ РИСКА ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

## Часть 6

## Взаимосвязь риска с неопределенностью измерений

Risk management of new technologiesusing. Part 6. Interrelation of risk with uncertainty of measurements

**Дата введения — 2017—12—01**

## 1 Область применения

В настоящем стандарте установлены принципы менеджмента риска применения новых технологий и рассмотрена их взаимосвязь с неопределенностью измерений и ошибками категоризации полученных данных.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 51897 Руководство ИСО 73 Менеджмент риска. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

ГОСТ Р57272.1 Менеджмент риска применения новых технологий. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р ИСО 31000 Менеджмент риска. Принципы и руководство

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 51897, ГОСТ Р 57272.1, ГОСТ Р ИСО 31000.

## 4 Менеджмент риска при применении новых технологий

Описание процесса менеджмента риска применения новых технологий и возникающих при применении новых технологий соответствующих новых рисков приведено в ГОСТ Р 57272.1. Там же перечислены основные этапы менеджмента новых рисков.

**Издание официальное**

Пример влияния неопределенности измерений и категоризации на хранение опасных материалов приведен в приложении А.

## 5 Этапы менеджмента новых рисков

В настоящем разделе приведено краткое описание основных этапов менеджмента новых рисков, приведенное в соответствии с ГОСТ Р 57272.1.

1 Раннее проявление

Проявления новых источников опасности должны быть обнаружены как можно раньше. За дальнейшими проявлениями опасностей для различных аспектов окружающей действительности (экологического, технического, социального, экономического и т. д.) должен быть установлен постоянный контроль. На практике это означает непрерывный мониторинг с элементами прогнозирования возможных опасных ситуаций. На этом этапе следует:

- информировать заинтересованные стороны о ранних проявлениях нового риска;
- представить заинтересованным сторонам возможные сценарии развития событий;
- представить заинтересованным сторонам желательную последовательность действий при реализации определенного сценария развития опасных событий;
- вести постоянный мониторинг проявлений нового риска с помощью различных методов анализа, моделирования и прогнозирования;
- регулярно проводить проверку допустимости нового риска и оценку его возможного влияния на различные аспекты жизни и деятельности заинтересованных сторон.

2 Установление области применения

На данном этапе устанавливают область применения менеджмента нового риска. Организация должна четко сформулировать свои цели, определить внешние и внутренние учитываемые показатели, а также критерии оценки нового риска.

На этом этапе информацию получают с помощью:

- исследований восприятия данного риска различными группами населения (опросы, интервью, голосования и т. п.);
- проведения анализа методами фокус-групп, мозгового штурма и др.;
- рассмотрения нового риска в соответствии с передовыми научными данными.

Анализ полученной информации должны проводить компетентные лица, обладающие необходимыми знаниями и опытом.

3 Определение сценариев

Цель данного этапа — определение возможных сценариев развития событий, связанных с появлением нового риска. Задачи этапа — установление причинно-следственных связей между событиями, связанными с развитием нового риска и определение степени этих зависимостей. Отдельно анализируют цепочки событий, приводящих к реализации опасного события. Степень зависимости событий в анализе сценариев исследуют как с точки зрения воздействия опасного события, так и с точки зрения уязвимости объекта воздействия. В некоторых случаях, при рассмотрении сценария оценку опасностей и оценку новых рисков можно совместить. Данный этап поддерживает прозрачность ситуации развития нового риска и прозрачность менеджмента новых рисков.

4 Предварительная оценка

Предварительная оценка дает представление о возможных взглядах на проблему, формирует основу для дальнейшей оценки риска. Основная задача этапа — изучение всех возможных характеристик риска. Для этих характеристик устанавливают предельные значения, влияние различных значений характеристик нового риска на заинтересованные стороны, изучают научные данные, нормативные и правовые документы, имеющие отношение к данному вопросу.

При получении предварительной оценки должны быть собраны все показатели, характеризующие риск, или, по крайней мере, показатели значимые для всех заинтересованных сторон.

5 Анализ риска

На данном этапе рассматривают всю информацию, собранную на предыдущих этапах, и принимают решение о значимости данного риска и возможностях снижения связанных с ним опасных последствий. На этом этапе должны быть изучены физические и иные характеристики риска, включая вероятность его проявления. Должны быть получены научно обоснованные выводы о качественных и количественных показателях выявленных опасных событий и возможного ущерба. Необходимо иметь оценку восприятия риска всеми заинтересованными сторонами: группами населения, сообществами,

частными лицами и т. д. Важная составляющая данного этапа — анализ ответной реакции различных социальных институтов: систем массовой информации (СМИ), органов управления, общественных и политических организаций. Должны быть найдены способы разрешения конфликтов, связанных с восприятием риска и реакцией на риск.

Анализ должен охватывать весь жизненный цикл риска.

6 Классификация

Цель данного этапа — обеспечение гарантии того, что информация о новом риске собрана в соответствии с научными данными, причинно-следственными связями, сценариями развития опасных событий. На данном этапе истинные характеристики риска отделяют от политизированных, навязанных средствами массовой информации и т.п. Данный этап важен при наличии большого количества одновременно рассматриваемых новых рисков, а также в случае существования большого количества ранних предупреждений, поступающих в одно и то же время. На этом этапе риски могут быть характеризованы как: простые, сложные, неопределенные, двойственные.

7 Приемлемость и допустимость

Данный этап вызывает наибольшее количество дискуссий по сравнению с остальными этапами. Оценка допустимости риска характеризует можно ли принять существование данного риска. Как правило, для риска, оцененного как допустимый, не проводят мероприятий по снижению риска и снижению его возможных последствий. Для риска, оцененного как приемлемый, как правило, проводят мероприятия, помогающие держать данный риск под контролем и/или снижать последствия опасных событий, вызванных реализацией соответствующей опасности.

Анализ приемлемости и допустимости нового риска имеет дело с социальными, культурными и этическими аспектами ситуации, связанной с новым риском. Важное значение на данном этапе имеет обмен информацией и консультирование по вопросам, связанным с новым риском.

8 Обработка риска

Этап основан на данных предыдущих этапов, анализе и синтезе полученной информации. На данном этапе разрабатывают методы обработки рисков, признанных допустимыми, назначают лиц, ответственных за выполнение конкретных действий, при необходимости принимают решение о возможности международного сотрудничества по данному вопросу, рассматривают компромиссы между уровнем риска и преимуществами наличия данного риска. На этом этапе идет обработка качественных и количественных данных, рассмотрение альтернативных сценариев развития опасного события.

9 Информирование

При работе с новым риском обмен информацией и консультирование играют более важную роль, чем при работе с ранее известными (не новыми) рисками. Информация о риске должна быть доведена до сведения общественности так, чтобы избежать большого разрыва между экспертными оценками и общественным мнением. Информирование должно быть прозрачным, вызывающим доверие различных заинтересованных сторон, культурных слоев общества и отдельных его представителей. Данный этап важен для организации продуктивного взаимодействия заинтересованных сторон, которое возможно только при наличии у них доверия друг к другу.

10 Мониторинг и улучшение

Менеджмент риска должен четко реагировать на изменение ситуации и развитие опасного события. Для этого саму структуру менеджмента постоянно анализируют с точки зрения соответствия ее характеристик решаемым задачам. Несоответствующий менеджмент сам порождает новые риски. Таким образом, на этом этапе следует удостовериться в том, что менеджмент риска:

- постоянно улучшается;
- является эффективным и результативным,
- устойчивым.

Данные этапы включены в основные виды деятельности по работе с новыми рисками:

- мониторинг свидетельств появления нового риска (этап 1);
- предварительная оценка нового риска (этапы 2—4);
- оценка нового риска (этапы 5—8);
- непрерывный анализ нового риска (этапы 9—10).

## 6 Неопределенность измерений и новый риск

Неопределенность измерений характеризует все измерения физических величин. Изменчивость результатов повторных измерений — следствие невозможности создания константных условий изме-

рений. Постоянство условий измерений не имеет место даже при жестком соблюдении условий измерений. Неопределенность измерений может быть ограничена, но не устранена. Для корректной интерпретации данных и вывода обоснованных заключений неопределенность измерений определяют и анализируют. Результаты любого физического измерения имеют две неотъемлемые составляющие: числовое значение показателя и его неопределенность. Неопределенность измерений определяет диапазон значений, накрывающий область возможных значений оцениваемой величины, которые обоснованно могут быть приписаны измеряемому параметру.

Каждый вид измерений вносит свой вклад в суммарную неопределенность. Проводят, как межлабораторный анализ неопределенности измерений, так и анализ внутри лабораторий. Определение компонентов суммарной неопределенности позволяет получить более достоверные результаты. При разработке новых методов и процедур контроля, подобный тщательный анализ способствует повышению их точности. В определенных ситуациях важно подтвердить, что соблюдены допуски, установленные в технических требованиях и то, что использование контролируемого объекта соответствует его предназначению. В других ситуациях определяют оценку неопределенности результатов измерений при необходимости проверки выполнения требований, установленных в технической документации и стандартах. Это проблема систематических погрешностей измерений, возможно, не учитываемых в исходной методике измерений, но оказывающих влияние на результаты измерений. Увеличение количества измерений, проводимых в одних и тех же условиях, позволяет повысить точность полученных результатов. Систематическая ошибка не всегда может быть устранена и дает вклад в неопределенность. Другой источник ошибок — случайность, присущая результатам измерений. В одинаковых условиях измерений, результаты измерений могут быть различны. Эта погрешность не может быть устранена путем коррекции факторов, но может быть уменьшена при увеличении количества измерений. Общие требования для всех аккредитованных лабораторий по проведению оценки неопределенности и заполнению отчетной документации представлены в ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025.

Новые технологии, материалы и продукция до их появления на рынке должны быть полностью изучены для обеспечения безопасности потребителей и окружающей среды. Ключевую роль здесь играют методы измерений и категоризации, применяемые при исследовании технологий и материалов. Неопределенность результатов измерений влияет на принятие решений и, таким образом, повышает соответствующий риск людей, контактирующих с новой продукцией и новыми материалами.

Увеличение объема производственных процессов, использующих новые технологии, требует принятия решений разных уровней ответственности. Низкая достоверность оценки может привести к принятию ошибочного решения и возникновению дополнительного риска. Наоборот, эффективная аналитическая поддержка, в том числе в области оценки неопределенности измерений способствует снижению риска. Каждая новая технология несет в себе как риски, которые были известны, так и новые виды риска.

## 7 Менеджмент риска при хранении опасных материалов

### 7.1 Общее описание

Использование технологии хранения водорода предоставляет возможность замены использования ископаемых видов топлива. В отличие от нефти, водород может быть легко получен из возобновляемых источников энергии. Водород не загрязняет окружающую среду и в качестве побочного продукта при использовании дает воду. Однако здесь возникает ряд проблем:

- водород представляет собой легко воспламеняющийся газ, легко образует взрывоопасную смесь с воздухом;
- смесь водорода с воздухом требует очень небольшой энергии для возгорания;
- в жидкой форме водород может быть сохранен только в условиях высокого давления и очень низких температур;
- для заправки хранилищ водородом необходим длительный период времени;
- возможность взрыва при конденсации воздуха с повышенным содержанием кислорода на холодных поверхностях в хранилищах водорода;
- обеспокоенность организаций, населения и других заинтересованных сторон, находящихся в непосредственной близости от хранилищ водорода.

### 7.2 Заинтересованные стороны

Основными заинтересованными сторонами при организации хранилищ водорода являются:

- органы власти, ответственность которых связана с охраной окружающей среды, здоровья и безопасности;
- организации, разрабатывающие и использующие хранилища водорода,
- организации, ведущие деятельность в зоне возможного ущерба от опасных событий, связанных с хранением водорода;
- население, проживающее в зоне возможного ущерба от опасных событий, связанных с хранением водорода.

### 7.3 Опасные ситуации, вызывающие обеспокоенность заинтересованных сторон

Наибольшую обеспокоенность заинтересованных сторон вызывает возможность утечки водорода при его хранении и возможность его взрыва при контакте с воздухом. Существуют прецеденты подобных ситуаций. Например, летом 1985 года в Норвегии, на заводе по производству аммиака произошло несколько случаев утечки и взрыва водорода на воздухе. В результате несчастного случая два человека погибло, и было разрушено здание, в котором произошел взрыв.

Хранение водорода в жидкой форме требует больших энергетических затрат и небезопасно ввиду возможной конденсации воздуха с повышенным содержанием кислорода на холодных поверхностях в хранилищах водорода.

### 7.4 Этапы менеджмента новых рисков при хранении водорода в специальных хранилищах

В данном разделе рассмотрены этапы менеджмента новых рисков (см. раздел 5), возникающих при хранении водорода в специально разработанных хранилищах. На каждом этапе представлена связь с неопределенностью измерений и причины возникновения рисков.

#### 7.4.1 Мониторинг появления нового риска

Этап 1. Раннее проявление

Источниками неопределенности результатов измерений могут быть средства измерений, инструменты измерений, специалисты, выполняющие измерения и т. д. Неопределенность результатов измерений может быть оценена методами статистического анализа на основе всех полученных результатов измерений и другой имеющейся информации о процессе измерений. По существующим правилам, на основе отдельных составляющих неопределенности вычисляют оценку неопределенности результатов измерений. Снижению неопределенности способствуют: своевременное проведение калибровок, тщательное выполнение вычислительных процедур, надлежащего хранения данных и т. п. Снижение неопределенности измерений способствует снижению риска. Более точные данные измерений дают более точные оценки возникающим новым рискам. Более точные результаты измерений позволяют более точно прогнозировать показатели нового риска.

Организация должна учитывать неопределенность измерений при анализе данных и определять значимость неопределенности измерений для рассматриваемой ситуации. Организация должна изучать способы снижения неопределенности измерений. Должен быть рассмотрен вопрос о том, не маскирует ли неопределенность измерений появления новых рисков. Полученные сведения о ранних проявлениях риска должны быть должным образом собраны, классифицированы, а проявления риска подвергнуты дальнейшему мониторингу.

При использовании хранилищ водорода организация должна изучать всю доступную информацию в данной области. Опасности, связанные с хранением водорода должны быть полностью определены.

#### 7.4.2 Предварительная оценка нового риска

7.4.2.1 Этап 2. Установление области применения

Если ключевые параметры не подвергают регулярному измерению, это может вызвать обеспокоенность заинтересованных сторон и потенциальную возможность социальных волнений, которые могут оказывать влияние на внедрение новых технологий, новых материалов и соответствующей продукции. Заинтересованные стороны должны иметь представление об источнике неопределенности измерений и важности учета этой неопределенности для анализа ситуации.

Один из наиболее важных аспектов оценки неопределенности измерений — необходимость детального понимания метода измерений и составляющих неопределенности. Это требует детального изучения метода измерений и измерительной системы. Компьютерное моделирование и графическое

представление данных могут быть полезны при анализе неопределенности. Высокая неопределенность результатов измерений может быть вызвана несоблюдением соответствующих условий среды, в которых выполняют измерения, влияют на процесс измерений. Описание области применения должно включать все установленные влияющие факторы и условия.

Выборка может быть не репрезентативной и может давать не устойчивые результаты. Предпочтение следует отдавать гомогенной выборке. Причиной неоднородности выборки может быть нарушение процесса отбора. Ошибки могут возникать при анализе данных. Могут быть нарушены исходные предположения и условия аппроксимации.

Условия измерений, например, колебания атмосферного давления, температуры, влажности также могут повышать неопределенность измерений. При анализе неопределенности измерений следует учитывать человеческий фактор.

Все источники неопределенности могут быть взаимосвязаны, их различные комбинации могут влиять на суммарную неопределенность. Заинтересованные стороны могут инициировать внедрение программы межлабораторного сравнения результатов измерений.

Принятие решений по результатам измерений или категоризации может приводить как к возникновению новых рисков, так и к проявлению уже известных обычных рисков.

Обмен информацией и консультирование важная составляющая данного этапа, особенно, при наличии вопросов, вызывающих беспокойство заинтересованных сторон.

Наибольшую озабоченность при хранении водорода вызывает риск возникновения взрыва. На этот риск здесь оказывают влияние, как сами хранимые материалы, так и резервуары, находящиеся под высоким давлением, а так же возможное внешнее воздействие. Под воздействием риска находятся сотрудники хранилища и проживающее поблизости население. Для подтверждения того, что хранение водорода осуществляется надлежащим образом, протоколы всех проводимых измерений должны быть заполнены в соответствии с установленными требованиями и все необходимые данные получены. Данные, вызывающие беспокойство, должны быть объектом диалога заинтересованных сторон, обмена информацией, консультирования и рассмотрения вопроса применимости данной технологии.

7.4.2.2 Этап 3. Определение сценариев

Определение сценария развития опасного события начинают с анализа его источника или с самой проблемы. Исследование сценариев опасных событий должно учитывать возможное появление новых рисков. Сценарий может быть основан на полученных свидетельствах возможной опасности и информации об идентифицированных существующих (не новых) рисках. Необходимо рассматривать худшие варианты развития событий и представлять все возможные сценарии развития событий. Использование методик установления причинно-следственных связей на данном этапе менеджмента новых рисков полезно для анализа различных источников неопределенности, их взаимного влияния и влияния на неопределенность результата.

При хранении водорода основными возможными рисками являются:

- отказ нового оборудования при хранении или транспортировке жидкого водорода;
- отказ нового оборудования при хранении или транспортировке сжатого водорода;
- конденсация на поверхностях, содержащихся в воздухе водяных паров, в случае хранения водорода в жидком состоянии при экстремально низких температурах;
- наличие огнеопасных материалов, например, асфальта или гудрона ниже трубопровода;
- утечки водорода вблизи электрооборудования или источников пламени, риск особенно высок, когда источник возгорания расположен вблизи потолка или другого непроницаемого барьера на большой высоте;
- длительный период заправки водородом резервуаров для хранения увеличивает вероятность утечки в процессе заправки;
- недостаток знаний о свойствах новых материалов, используемых при создании системы транспортировки водорода (данные материалы включают металлы, керамические композиты, смолы и специально разработанные искусственные волокна).

7.4.2.3 Этап 4. Предварительная оценка

Заинтересованным сторонам следует определить требуемую точность измерений и категоризации всех показателей новых рисков. В случае получения результатов измерений важных показателей с высокой неопределенностью, заинтересованные стороны могут настаивать на применении более точных методов измерений.

Для лабораторных условий анализа неопределенности измерений и категоризации существует несколько категорий методов измерений, отвечающих требованиям ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025:

- категория I — «грубые измерения», представляющие собой скорее качественную, чем количественную оценку;

- категория II — признанные методы измерений, для которых известны факторы, влияющие на неопределенность измерений и диапазоны результатов измерений;

- категория III — признанные методы измерений, опирающиеся на метрологические стандарты;

- категория IV — новые (недавно разработанные) методы измерений, для которых должны быть определены факторы, влияющие на неопределенность измерений и диапазоны результатов измерений;

- категория V — «другие» методы измерений, которые просто определяют изменчивость измерений.

Методы, относящиеся к категориям IV и V, наиболее подходят для измерений, требующих более низкой неопределенности и более высокой точности, и наилучшим образом подходят для оценки возникающих новых рисков.

При высокой неопределенности измерений или категоризации, решения принятые на основе измерений или категоризации могут быть ошибочными и содержать новые риски. Заинтересованные стороны должны быть допущены к изучению отчетов о выполнении измерений и ознакомлены с результатами измерений, включая неопределенность измерений. В случае необходимости, заинтересованные стороны могут потребовать выполнения методики измерений с меньшей погрешностью.

При хранении водорода основная обеспокоенность заинтересованных сторон имеет отношение к экстремальным условиям хранения водорода (высокое давление и криогенная температура). При наличии сигналов о каком-либо несоответствии установленным требованиям, о влиянии случайных факторов на процесс, необходимо изучить все особенности процесса и возможные проявления опасностей в ходе процесса. Следует учитывать наличие операций, при которых вероятность реализации опасного события наиболее высока, например, заполнение водородом резервуаров для хранения. Все измерения, проводимые в хранилищах водорода, должны быть документированы. Если по каким-либо причинам невозможно снизить неопределенность измерений до необходимого уровня, то весь набор возможных рисков, связанных с неопределенностью измерений должен быть изучен самым тщательным образом.

**7.4.3 Оценка нового риска**

7.4.3.1 Этап 5. Анализ риска

На данном этапе все аспекты измерений должны быть подвергнуты систематическому анализу. Должны быть проанализированы методики измерений. Организация должна контролировать то, что выполнение методики измерений и категоризации происходят надлежащим образом, а неопределенность измерений не превышает установленного уровня. На данном этапе рассматривают полноту выявленных опасностей и соответствующих рисков в рассматриваемой ситуации. Анализируют возможность появления неизвестных факторов, влияющих на неопределенность измерений. Если оценка риска в высокой степени зависит от неопределенности результатов измерений, то подвергают детальному анализу все аспекты выполнения измерений. Полный анализ влияния неопределенности результатов измерений на оценку риска охватывает анализ вероятности реализации опасного события и его последствий.

Если методика измерений не охватывает все аспекты условий выполнения, то методику следует заменить и провести анализ вероятности появления опасных событий и их последствий. Следует более тщательно рассмотреть категории методик выполнения измерений. Для категорий I и II неопределенность измерений не рассматривают. Для категорий III и IV рассматривают стандарты, содержащие методы калибровки средств измерения. Для анализа точности методики выполнения измерительной процедуры проводят валидацию и верификацию. Таким образом, для категорий III, IV и V необходим документированный анализ неопределенности измерений.

Процедуры и методы категории I обычно используют для качественных характеристик. К категории II относят более точные методы. Измерение давления, напряжения и прочности материалов относят к данной категории измерений. Методы категории III еще более точные. Методы и процедуры категории IV применимы к механическим, химическим или микробиологическим данным. Во внимание принимают все возможные источники неопределенности измерений и проводят полный анализ неопределенности измерений. Процедуры и методы категории V устанавливают самые строгие требования к методам измерений. В соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025 для них используют математические методы анализа неопределенности.

При рассмотрении хранилищ водорода основное внимание должно быть уделено внедрению новых технологий и соответствующих сценариев развития опасного события. Анализ должен систематическим образом идентифицировать все аспекты риска, связанные с неопределенностью измерений, в том числе вероятности реализации опасности и ее последствий. Должен быть рассмотрен весь жизненный цикл хранилища водорода, при этом следует рассматривать как процесс хранения водорода, так и процессы его перемещения в хранилище и раздачи потребителям. Потенциальными рисками здесь могут быть утечка водорода и образование конденсата.

7.4.3.2 Этап 6. Классификация

На данном этапе дают количественную оценку вклада неопределенности измерений и категоризации в оценку риска. Эта оценка должна быть представлена заинтересованным сторонам. Анализ вклада неопределенности помогает заинтересованным сторонам принимать ключевые решения. Для анализа результатов измерений должны быть применены только реализуемые, понятные и общепринятые стандартизованные процедуры. Подобные методы приведены в [1], [2].

Оценки неопределенности измерений можно разделить на две группы, основываясь на методе оценки: «тип А» и «тип Б». Обе группы характеризуются стандартными отклонениями, т. е. стандартной неопределенностью. «Тип А» оценки стандартной неопределенности применим к статистически достоверным методам обработки данных. Оценка «типа Б» стандартной неопределенности обычно основана на научных выводах, использующих всю доступную информацию, которая может включать:

- данные о результатах предыдущих измерений;
- общие сведения о режимах работы и свойствах соответствующего оборудования, а так же опыт работы с этим оборудованием;
- технические требования к оборудованию, установленные изготовителем;
- данные о калибровке и сертификации;
- сведения о неопределенности данных, полученные из справочников и руководств.

Для оценки типа А стандартное отклонение вычисляют с помощью обоснованных статистических методов. Результаты измерений, проведенных при постоянных условиях, могут быть различными. Тепловой или электрический шум, вибрация влияют на результаты измерений. Случайные изменения вносят наибольший вклад в неопределенность измерений. Оценка стандартного отклонения — оценка воздействия всей совокупности случайных величин. Для оценки стандартного отклонения обычно необходимо провести не менее десяти измерений. Вся неопределенность должна быть выражена как стандартная неопределенность с одним и тем же уровнем доверия. Стандартная неопределенность представляет собой интервал неопределенности, границы которого расположены по обе стороны от оценки среднего на расстоянии равном стандартному отклонению, умноженному на специальный коэффициент. Вклады различных неопределенностей должны быть выражены в одних и тех же единицах до того, как будет выполнено их объединение.

На основе составляющих неопределенности может быть получена суммарная стандартная неопределенность. Суммарную стандартную неопределенность находят как корень квадратный из суммы квадратов отдельных стандартных неопределенностей. Расширенную неопределенность вычисляют, умножая неопределенность на коэффициент охвата. Обычно используют коэффициент охвата равный двум. Использование такого коэффициент обеспечивает уровень доверия приблизительно равный 95 %. Возможны случаи, когда значение расширенной неопределенности известно, а стандартная неопределенность является искомой величиной.

Для оценки неопределенности типа Б используют аналогичный подход, но учитывают дополнительные данные. Например, данные калибровки средств измерений.

Оценки последствий ключевых опасностей могут быть основаны на применении детерминистских, вероятностных и эмпирических методов. Строгому контролю должно быть подвергнуто хранение водорода при высоком давлении. Данные контроля давления должны быть зафиксированы.

7.4.3.3 Этап 7. Приемлемость и допустимость

Идентифицированные опасности и установленная неопределенность измерений в дальнейшем должны быть использованы при оценке риска, включающей оценку последствий реализации опасного события и вероятности его возникновения. На практике, значения этих величин либо могут быть вычислены, либо точное знание значений этих величин невозможно, как например, в случае с вероятностью реализации опасного события. Кроме технических аспектов (например, возможности утечки водорода при его хранении, взрывоопасности на воздухе и т. п.), должны быть учтены социальные, культурные, этические и правовые аспекты.

На основе полученных данных рассматривают вопрос о приемлемости и допустимости риска. Если риск признан приемлемым, то организация должна проводить действия по снижению риска. Если риск признан допустимым, то деятельность организации может быть продолжена ввиду того, что действия по снижению риска не проводят. Особое внимание должно быть уделено чувствительности результатов оценки риска к неопределенности результатов измерений. Допустимый уровень неопределенности измерений — ключевой фактор для принятия решений на данном этапе. На основе полученных данных принимают решение о выборе методов обработки риска.

Для принятия решения о допустимости риска могут быть использованы критерии допустимости риска (если они существуют). При принятии решения необходимо учитывать влияние сезонных изменений на процесс хранения водорода. Длительность периода хранения так же является одним из ключевых показателей при хранении водорода.

7.4.3.4 Этап 8. Обработка

Если анализ данных показывает возникновение нового риска, то следует определить степень контролируемости риска и определить меры по его обработке. В некоторых случаях могут быть использован, как количественный, так и качественный анализ.

Обработка риска связанного с применением хранилища водорода должна быть направлена на снижение вероятности утечки газообразного водорода и образования взрывоопасной смеси. Научные исследования в данной области привели к созданию новых прокладочных материалов, сокращающих вероятность утечки газообразного водорода. Исследование новых керамических композитов, смол, специальных волокнистых материалов показали, что они обладают свойствами, которые могут быть использованы для обеспечения более безопасного хранения водорода. Для успешной обработки данных следует использовать новейшие научные результаты. Анализ контролируемых показателей позволяет проверить состояние хранилища. Следует также контролировать условия выполнения измерений для обеспечения их повторяемости и воспроизводимости.

**7.4.4 Непрерывный анализ нового риска**

7.4.4.1 Этап 9. Информирование

При работе с новым риском обмен информацией и консультирование являются ключевыми составляющими. Необходимо эффективно и рационально информировать все заинтересованные стороны о возникновении нового риска, связанного с выполнением измерений, а так же о неопределенности результатов этих измерений.

Ключевыми элементами обмена информацией и консультирования являются следующие:

- обсуждение вопросов, связанных с новым риском, с соответствующими заинтересованными сторонами;
- четкое, конструктивное представление полученных данных;
- сообщение результатов оценки риска и неопределенности этой оценки;
- предоставление отчета об анализе риска и программы менеджмента риска;
- установление необходимого контроля и необходимости дополнительных исследований по связным вопросам;
- постановка задач для решения обозначенных проблем;
- принятие соглашения с заинтересованными сторонами о контроле процессов, связанных с возникновением опасных событий.

При хранении водорода важно сообщать заинтересованным сторонам о неопределенностях результатов ключевых измерений. Важно следить за передовыми теоретическими и экспериментальными данными в данной области и сообщать эту информацию заинтересованным сторонам. Отчеты о результатах измерений должны быть доступны заинтересованным сторонам.

7.4.4.2 Этап 10. Мониторинг и улучшение

Мониторинг и ситуации должен быть постоянным. Первоначальные планы менеджмента риска никогда не бывают безупречными. Планы необходимо обновлять в соответствие с результатами анализа риска. Особое внимание следует уделять изменениям текущего состояния. Все этапы менеджмента новых рисков должны подвергаться регулярным проверкам и модификациям, направленным на повышение эффективности и результативности менеджмента риска. Необходимо следить за изменениями, вносимыми в основополагающие стандарты. Мониторинг должен охватывать так же и условия окружающей среды и происходящие в обществе процессы.

При хранении водорода необходимо обеспечить постоянный мониторинг ключевых показателей. Для мониторинга следует применять только поверенные и калиброванные средства измерения.

**Приложение А**
**(справочное)**

## Хранение опасных материалов

Хранение водорода является примером хранения опасных материалов. С хранением опасных материалов связано несколько видов рисков. Новые технологии обеспечивают новые способы хранения, например, с использованием экстремально высокого давления, экстремально низких температур и экстремальных объемов хранилища. Водородное топливо в перспективе может стать заменой топливу, получаемому из полезных ископаемых. Даже наиболее безопасные для окружающей среды технологии содержат отходы переработки, что может служить источником риска. Переработка требует больших мощностей и безопасного промежуточного и долгосрочного хранения отходов. В отличие от нефтепродуктов, водород может быть легко получен из доступных источников. Водород не загрязняет окружающую среду и в качестве побочного продукта дает безопасную воду. Но его хранение вызывает трудности, поэтому водород в качестве топлива не находит широкого применения.

Водород является легковоспламеняющимся газом. Водород легко формирует с воздухом взрывчатую смесь. Диапазон концентраций водорода в воздухе, при которых смесь воспламеняться, крайне высок. Смесь, содержащая в объемном отношении 4 % водорода, также легко воспламеняется, как и смесь, содержащая в объемном отношении 75 % водорода. Энергия, необходимая для воспламенения смеси водорода и воздуха настолько мала, что отсутствие источника возгорания не может быть гарантией безопасности. К тому же водород является одним из двух газов, на которые не распространяется эффект Джоуля — Томсона. Это означает то, что сжижение водорода происходит только после того, как температура газа снизилась до определенного значения. При атмосферном давлении грамм водорода занимает объем около одиннадцати литров воздуха. В связи с этим, для удобства хранения, газ сжимают под давлением в несколько сотен атмосфер и хранят в сосудах высокого давления. В жидкой форме водород можно хранить только при криогенных температурах. При атмосферном давлении кипение жидкого водорода происходит при температуре минус 253 °С. При подъеме температуры выше точки кипения, водород мгновенно переходит из жидкого состояния в газообразное.

Решением данной проблемы является хранение водорода в гидридной форме. Данный метод использует сплав, способный поглощать и удерживать большие объемы водорода, посредством образования гидридов. Данная технология находится на стадии разработки и возможно в будущем приведет к более безопасному хранению водорода. Так же крайне важна износостойкость системы хранения водорода.

Другой проблемой, связанной с хранением водорода, является большой расход энергии, например, требуемой для сжатия водорода, сжижения водорода или заполнения хранилищ. Система заполнения хранилищ и раздачи водорода должна быть эффективной, так как эти процедуры требуют больших энергетических затрат и связаны с возможными утечками водорода. Системы хранения водорода в настоящее время имеют большой вес и объем, что не соответствует модельному ряду используемых транспортных средств.

Взрывы, произошедшие в 1985 году в Норвегии на заводе по производству аммиака, показывают реальную опасность хранения водорода. Утечка водорода внутри здания вызвала несколько взрывов, за которыми последовало сильное возгорание. В ходе инцидента три человека получили сильные ранения, двое из них затем скончались. Здание завода было полностью разрушено. В отчете о происшествии говорится, что водород внутри здания смешался с воздухом и образовал горючее облако. Вероятнее всего, горячий подшипник вызвал взрыв. Предполагают, что часть облака взорвалась, что повысило давление внутри здания примерно до 10 бар. Крышу здания снесло, это повредило трубу из башни промывки, которая выпустила новую струю огня с начальным пламенем длиной 50 м всего за 30 с. Водород также просочился в канализационную систему через маленький обходной клапан, что привело к дальнейшим взрывам в коллекторе.

Расследование данного инцидента пришло к следующим выводам:

- причиной инцидента была ошибка эксплуатации, технический отказ и ненадлежащее проектирование;
- утечка составила 10 или 20 кг газообразного водорода;
- вероятнее всего, взрыв вызвал контакт горячего подшипника с водородным облаком;
- взрыв породил большое количество опасностей;
- стеклянные окна были разбиты в радиусе до 700 м от центра взрыва, что представляло серьезную опасность для людей;
- взрыв привел к образованию пламени в большом объеме;
- последствиями взрыва газа стали пожары.

## Библиография


[1] J. Kristiansen — The Guide to Expression of Uncertainty in Measurement Approach for Estimating Uncertainty (2003), Clinical Chemistry, 49, 1822

[2] ISO/IEC Guide 98-3:2008 — Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)

УДК 362:621.001:658.382.3:006.354 ОКС 13.180 Т59

Ключевые слова: новые технологии, измерения, неопределенность измерений, риск, новый риск, менеджмент риска, менеджмент нового риска, созревание риска, оценка риска, анализ риска

Редактор *И.В. Львова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 12.12.2016. Подписано в печать 20.12.2016. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,68. Тираж 28 экз. Зак. 3235

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru