

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

Институт пищевой инженерии и биотехнологии
Кафедра «Стандартизация, метрология и управления качеством»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ
ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

«Управление рисками технических систем»
Для обучающихся направления 27.04.02 «Управление качеством»

Составитель: Никифорова А.П.

Улан-Удэ

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины состоят из 2 частей:

- методических рекомендаций для преподавателя;
- методических указаний для студентов.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

1.1. Рекомендации по формированию содержания теоретического материала по темам

Теоретическое содержание дисциплины состоит в рассмотрении основных положений и теоретических вопросов в данной области будущей профессиональной деятельности обучающихся.

Содержание лекционных занятий конкретизировано в соответствии с элементами теоретического, практического изучения и применения объектов, образующих предмет изучения дисциплины и включающих:

- основные понятия и их определения;
- особенности функционирования объектов, их основные свойства, характеристики, параметры;
- задачи (проблемы) теоретического и/или практического изучения объектов, их создания и применения;
- методы, средства и способы их теоретического и/или практического изучения и совершенствования;
- методы, средства и способы качества объектов;
- современные тенденции и перспективы развития науки в данной предметной области.

1.2. Методические рекомендации по организации практических занятий

Прикладная часть дисциплины реализуется на практических занятиях, ведущей дидактической целью которых является формирование профессиональных умений - выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности, решать задачи и др., позволяют привить практические навыки самостоятельной работы с учебной, методической и научной литературой (в процессе подготовки к занятию), получить опыт публичных выступлений.

На занятиях студенты овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе прохождения учебной, производственной и преддипломной практик и подготовки выпускной квалификационной работы.

Для выполнения занятий имеются методические указания для студентов оформленные отдельными брошюрами.

На первом практическом занятии преподаватель обязан представить студентам всю информацию по организации изучения дисциплины, выдать тему СРС (перечень тем рефератов и докладов к семинарам; варианты расчётно-графической работы, индивидуального задания) с указанием форм контроля, даты проведения и присваиваемых баллов.

Уровень освоения практической части оценивается в процессе защиты отчётов по выполненным практическим работам в рамках раздела. Баллы присваиваются только при полной сдаче работ по разделу с учётом соблюдения студентами сроков и требований к содержанию в соответствии со шкалой скидки баллов.

Для освоения материала дисциплины рабочей программой предусмотрено семь практических работ. Перечень практических работ представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень практических работ по дисциплине «Управление рисками технических систем»

Разделы дисциплины и наименования практических работ
Раздел 1. Введение в управление рисками
Тема 1. Общие понятия управления рисками
Практическая работа №1 Изучение стандарта ГОСТ Р 51897-2011. Менеджмент риска. Термины и определения
Тема 2. Этапы развития системы управления рисками
Тема 3. Характеристика стандартов по управлению рисками
Практическая работа №2 Изучение стандарта ГОСТ Р ИСО 31000-2010
Практическая работа №3 Изучение стандарта ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011
Раздел 2. Методы управления рисками технических систем
Практическая работа №4 Анализ дерева событий
Практическая работа №5 Анализ дерева неисправностей
Практическая работа №6 Анализ видов и последствий отказов
Практическая работа №7. Исследование опасности и работоспособности

Практическая работа №1
Изучение стандарта ГОСТ Р 51897-2011. Менеджмент риска. Термины и определения

Цель работы: изучить основные термины и определения в области менеджмента риска

Основные положения:

Применение менеджмента риска имеет прикладную направленность. Поэтому целесообразно при подготовке и пересмотре нормативной документации и стандартов, включающих аспекты менеджмента риска, не устанавливать термины и их определения, дополняющие терминологический словарь разрабатываемого документа, а приводить ссылку на настоящий стандарт. Если в нормативной документации или стандарте использованы термины, относящиеся к менеджменту риска, установленные настоящим стандартом, то обязательным требованием является приведение этих терминов без изменения.

Для снижения количества последствий опасных событий и достижения поставленных целей организации все чаще применяют процессы менеджмента риска и внедряют интегрированный подход к менеджменту риска, направленный на расширение и улучшение перспектив организации. Термины и определения, установленные в настоящем стандарте, имеют более широкое значение и применение, чем термины, установленные в Руководстве ИСО/МЭК 51*, ограниченные аспектами безопасности, т.е. его негативными последствиями. Настоящий стандарт охватывает различные виды и направления деятельности, что позволяет организациям использовать более широкий подход к менеджменту риска.

Приведенные в стандарте термины ранжированы в следующем порядке:

- термины, относящиеся к риску;
- термины, относящиеся к менеджменту риска;
- термины, относящиеся к процессу менеджмента риска;
- термины, относящиеся к обмену информацией и консультациям в области риска;
- термины, относящиеся к целям и области применения;
- термины, относящиеся к оценке риска;
- термины, относящиеся к идентификации риска;
- термины, относящиеся к анализу риска;
- термины, относящиеся к сравнительной оценке риска;
- термины, относящиеся к обработке риска;
- термины, относящиеся к мониторингу и измерениям.

Порядок работы:

1. Ознакомиться с основными положениями ГОСТ Р 51897-2011. Менеджмент риска. Термины и определения
2. Найти и выписать в тетрадь определения следующих понятий:
 - риск
 - менеджмент риска
 - процесс менеджмента риска
 - идентификация риска
 - оценка риска
 - опасность
 - событие
 - вероятность
3. Какова структура стандарта? Записать основные пункты
4. Сформулировать цели идентификации, оценки и анализа рисков.
5. Каковы отличия между обработкой риска, управлением риском, сохранением риска?

Контрольные вопросы:

1. Что такое «риск»?
2. С какой целью разрабатывается матрица риска?
3. Что такое «анализ риска»?
4. С какой целью стандартом вводится термин «частота»?

Практическая работа №2**Изучение стандарта ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство**

Цель работы: ознакомиться с основными положениями стандарта ГОСТ Р ИСО 31000-2010

Основные положения: Организации всех типов и размеров сталкиваются с внутренними и внешними факторами и воздействиями, которые порождают неопределенность в отношении того, достигнут ли они своих целей, и когда. Влияние такой неопределенности на цели организации и есть "риск".

Вся деятельность организации включает в себя риск. Организации осуществляют риск-менеджмент посредством его идентификации, его анализа и последующего оценивания, будет ли риск изменен воздействием, чтобы соответствовать установленным критериям риска. На протяжении всего этого процесса они обмениваются информацией и консультируются с заинтересованными сторонами, а также наблюдают и анализируют риск и действия по управлению, которые изменяют риск для гарантии того, что какое-либо воздействия на риск в дальнейшем больше не потребуется. Настоящий стандарт подробно описывает этот систематический и логический процесс.

Поскольку все организации в определенной степени управляют риском, настоящий стандарт устанавливает ряд принципов, которые необходимо соблюдать для того чтобы менеджмент риска был эффективным. Настоящий стандарт рекомендует, чтобы организации разрабатывали, внедряли и постоянно улучшали инфраструктуру, цель которой заключается в интегрировании процесса менеджмента риска в общее управление, стратегию и планирование, менеджмент, процессы отчетности, политику, ценности и культуру.

Несмотря на непрерывное развитие практики менеджмента во многих отраслях с целью соответствия различным потребностям, внедрение постоянных процессов в рамках общей инфраструктуры может способствовать эффективному и результативному управлению рисками во всей организации. Обобщенный подход, описанный в настоящем стандарте, устанавливает принципы и руководства управления рисками любой

формы системным, прозрачным и надежным образом и в рамках любой области и содержания.

Каждая конкретная отрасль или сфера применения риск-менеджмента имеет свои отдельные потребности, потребителей, восприятия и критерии. Поэтому основной особенностью настоящего стандарта является включение "определения ситуации (контекста)" как деятельности, проводимой в начале общего процесса риск-менеджмента. При определении ситуации (контекста) необходимо рассматривать цели организации, окружающую среду, в которой эти цели достигаются, заинтересованные стороны и разнообразие критериев риска, все то, что помогает выявлять и оценивать характер и сложность этих рисков.

Порядок работы:

1. Ознакомиться с основными положениями стандарта
2. Найти и выписать из стандарта следующие определения:
 - владелец риска;
 - план менеджмента риска;
 - внешняя ситуация;
 - внутренняя ситуация;
 - критерии риска;
 - остаточный риск;
 - мониторинг
3. Какие требования предъявляются к процессу риск-менеджмента?
4. С какой целью проводится обмен информацией в системе риск-менеджмента?
5. Опишите этапы оценки риска. Каковы цель к каждого из них?
6. Каковы признаки улучшенного менеджмента риска? Заполните таблицу

Таблица 2

Признак улучшенного менеджмента риска	Критерии

Контрольные вопросы:

1. Каковы критерии улучшенного менеджмента риска?
2. Какова основная цель стандарта ГОСТ Р ИСО 31000-2010?
3. Опишите процесс риск-менеджмента. Какие основные этапы он включает? Опишите каждый из них

Практическая работа №3

Изучение стандарта ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011

Цель работы: изучение основных сведений о методах управления рисками

Общие положения:

Практически все организации сталкиваются с необходимостью оценки риска для снижения количества опасных событий и достижения поставленных целей.

Цели организации могут затрагивать различные аспекты ее деятельности: от стратегии до выпуска конкретной продукции, разработки процессов и проектов. Цели могут быть определены в социальной, экологической, технологической, коммерческой, финансовой и экономической областях, а также в области репутации организации, ее безопасности и социального, культурного, политического воздействия на население.

Всей деятельности организации соответствует риск. Менеджмент риска помогает в принятии решений в условиях неопределенности и возможности возникновения собы-

тий или обстоятельств (плановых и непредвиденных), воздействующих на достижение целей организации.

Менеджмент риска включает применение логических и системных методов для:

- обмена информацией и консультаций в области риска;
- установления области применения при идентификации, анализе, оценке и обработке риска, соответствующего любой деятельности, процессу, функции или продукции;
- мониторинга и анализа риска;
- регистрации полученных результатов и составления отчетности.

Оценка риска является частью процесса менеджмента риска и представляет собой структурированный процесс, в рамках которого идентифицируют способы достижения поставленных целей, проводят анализ последствий и вероятности возникновения опасных событий для принятия решения о необходимости обработки риска.

Оценка риска позволяет ответить на следующие основные вопросы:

- какие события могут произойти и их причина (идентификация опасных событий);
- каковы последствия этих событий;
- какова вероятность их возникновения;
- какие факторы могут сократить неблагоприятные последствия или уменьшить вероятность возникновения опасных ситуаций.

Кроме того, оценка риска помогает ответить на вопрос: является уровень риска приемлемым, или требуется его дальнейшая обработка? Настоящий стандарт основан на успешно применяемых методах оценки риска и не содержит новых, неапробированных понятий и методов.

Порядок работы:

1. Ознакомиться с основными положениями работы
2. Какие критерии должны приниматься во внимание при выборе методов оценки рисков? Приведите примеры.
3. Как могут быть классифицированы методы оценки рисков? Разработайте схему классификации методов оценки рисков, занесите ее в тетрадь
4. Подготовить аннотации метода мозгового штурма и метода дельфи цель, метод, принципы.
5. Зарисовать формы представления данных при применении метода причинно-следственного анализа
6. Сформулировать и таблично представить основные идеи методов: Анализ уровней защита, анализ влияния человеческого фактора, Анализ "галстук-бабочка"

Контрольные вопросы:

1. Каковы критерии выбора методов оценки рисков?
2. Какие методы могут применяться при оценке рисков?
3. Приведите примеры различных ситуаций, в которых могут применяться различные методов оценки рисков.

Практическая работа №4

Анализ дерева событий

Цель работы: изучение порядка применения метода анализа дерева событий, получение навыков применения метода на практике

Основные положения:

Метод анализа дерева событий (ЕТА) описан в ГОСТ Р 51901.1-2002 «Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем».

Этот метод представляет собой совокупность приемов, количественных или качественных, которые используются для идентификации возможных исходов иницирующего события и, если это требуется, их вероятностей.

ЕТА широко используется для объектов, характеризующихся особенностями проекта, которые способствуют снижению аварийности и позволяют выявлять последовательности событий, которые, в свою очередь, приводят к появлению определенных последствий иницирующего события. Предполагается, что каждое событие в последовательности представляет собой либо исправность, либо неисправность. Он обеспечивает взаимосвязь между функционированием (или отказом) разнообразных смягчающих систем и опасным событием, следующим после того, как происходит единичное иницирующее событие. ЕТА очень полезен при выявлении событий, которые требуют дальнейшего анализа с использованием FTA (то есть вершины событий "дерева неисправностей").

Входные данные включают в себя:

- перечень рассматриваемых начальных событий;
- информацию о способах обработки, барьерах, средствах управления и соответствующих вероятностях отказа (для количественного анализа);
- понимание процессов нормирования начального отказа.

Процесс выполнения метода

Построение дерева событий начинают с выбора начального события. Это может быть инцидент, такой как взрыв пыли, или такое событие, как отказ системы энергоснабжения. Далее перечисляют имеющиеся функции или системы, направленные на смягчение последствий. Для каждой функции или системы чертят линии для отображения ее исправного состояния или отказа. Вероятность отказа может быть оценена и назначена для каждой такой линии. Данную условную вероятность оценивают, например, с помощью экспертных оценок или анализа дерева неисправностей. Таким образом изображают различные пути развития событий от начального события.

Следует учитывать, что вероятности на дереве событий являются условными вероятностями, например, вероятность срабатывания разбрызгивателя системы пожаротушения, полученная при испытаниях в нормальных условиях, будет отличаться от вероятности срабатывания этой системы при возгорании, вызванном взрывом.

Каждая ветвь дерева представляет собой вероятность того, что все события на этом пути произойдут. Поэтому вероятность результата вычисляют как произведение отдельных условных вероятностей и вероятности начального события при условии независимости событий.

Выходные данные

Выходные данные ЕТА включают в себя следующее:

- качественное описание возможных проблем в виде комбинаций событий, представляющих собой различные следствия начального события (ранжирование последствий);
- количественные оценки частоты или вероятности появления событий и относительной значимости различных последствий отказа и способствующих им событий;
- перечень рекомендаций по снижению риска;
- количественные оценки эффективности внедрения рекомендаций.

Преимуществами метода ЕТА являются следующие:

- с помощью метода ЕТА легко схематично изобразить сценарии развития событий после возникновения начального события, провести анализ работоспособного состояния или отказа вспомогательных систем или функций, предназначенных для снижения последствий отказа, и оценить их влияние;

- метод помогает учесть фактор времени, увидеть взаимосвязи и цепные реакции, которые сложно исследовать с помощью метода дерева неисправностей;

- метод графически представляет последовательность событий, что невозможно сделать с помощью метода дерева неисправностей.

Недостатками метода являются следующие:

- для использования метода ЕТА в качестве составной части общего процесса оценки необходимо идентифицировать все возможные начальные события. Этого можно добиться с помощью использования других методов анализа (например, HAZOP, PНА), однако всегда остается вероятность того, что не учтены некоторые важные начальные события;

- метод дерева событий применим только для двух состояний системы (работоспособного состояния и отказа), в нем трудно учесть отсроченное нарушение работоспособного состояния системы или ее восстановление;

- каждый путь реализации обусловлен сочетанием событий, произошедших в предыдущих точках ветвления схемы дерева событий. Поэтому рассматривают все взаимосвязи по возможным путям развития события. Однако некоторые взаимосвязи, например общие компоненты, системы снабжения и персонал, могут быть не учтены при рассмотрении, что может привести к излишне оптимистичной оценке риска.

Пример применения метода анализа дерева событий

Пример анализа простого дерева событий приведен на рисунке 1. В примере рассмотрено событие отказа автомобильной шины и приведено несколько возможных результатов.



A - без материального ущерба или травмы;

B - материальный ущерб, без травмы;

C - повреждение автомобиля без другого материального ущерба.

Рисунок 1 - Дерево событий

Порядок работы:

1. Ознакомиться с основными положениями работы
2. Ознакомиться с примерами, приведенными на стр. 161 и 235 учебного пособия:

Ханхалаева И.А., Никифорова А.П. Управление рисками технических систем: учеб. пособие. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2014. – 329 с.

3. Применить метод дерева событий для управления рисками какого-либо технологического процесса. Результаты представить в виде схемы (дерева событий).
4. Сделать выводы по работе

Контрольные вопросы:

1. Каковы этапы метода дерева событий?
2. Как рассчитать вероятность каждого опасного события?
3. Каковы основные преимущества и недостатки метода дерева событий?

Практическая работа №5

Анализ дерева неисправностей

Цель работы: изучение порядка применения метода анализа дерева неисправностей, получение навыков применения метода на практике

Основные положения:

Дерево неисправностей (FTA) - организованное графическое представление условий или других факторов, вызывающих нежелательное событие, называемое вершиной событий. Представление приводят в форме, которая может быть понята, проанализирована и, по мере необходимости, перестроена таким образом, чтобы облегчить идентификацию:

- факторов, воздействующих на надежность и характеристики эффективности системы, например режимов неисправностей компонентов, ошибок оператора, условий окружающей среды, ошибок программного обеспечения;

- противоречивых требований или спецификаций, которые могут влиять на надежность и эффективность системы;

- общих событий, воздействующих более чем на один функциональный компонент, который может уменьшить преимущества резервирования.

Анализ дерева неисправностей является в основном дедуктивным (нисходящим) методом анализа, нацеленного на точное определение причины или комбинации причин, приводящих к вершине событий. Анализ, главным образом, качественный, но, в зависимости от некоторых условий, он может также быть количественным.

Выделяют следующие этапы разработки диаграммы дерева неисправностей:

- определение конечного события, которое необходимо проанализировать. Это может быть отказ или более общие последствия отказа. После того как последствия отказа проанализированы, в дерево неисправностей может быть включена часть, относящаяся к сокращению интенсивности и последствий отказа;

- идентификация возможных причин или видов отказов, приводящих к конечному событию, начиная с конечного события;

- анализ идентифицированных видов и причин отказа для определения того, что конкретно привело к отказу;

- последовательная идентификация нежелательного функционирования системы с переходом на более низкие уровни системы, пока дальнейший анализ не станет нецелесообразным. В технической системе это может быть уровень отказа компонентов. События и факторы на самом низком уровне анализируемой системы называют базисными событиями;

- оценка вероятности базисных событий (если применимо) и последующий расчет вероятности конечного события. Для обеспечения достоверности количественной оценки следует показать, что полнота и качество входных данных для каждого элемента достаточны для получения выходных данных необходимой достоверности. В противном случае дерево неисправностей недостаточно достоверно для анализа вероятности, но может быть полезным для исследования причинно-следственных связей.

При определении количественной оценки дерево неисправностей может быть упрощено при помощи Булевой алгебры, что позволяет учесть дублирующие виды отказов. Кроме количественной оценки вероятности конечного события метод позволяет идентифицировать набор минимальных сечений, приводящих к конечному событию, и рассчитать их влияние на конечное событие.

За исключением простых случаев, для построения диаграммы обычно применяют пакет прикладных программ, позволяющий производить расчеты в ситуациях, когда присутствуют повторяющиеся события в нескольких местах дерева неисправностей и когда необходимо вычислить минимальные сечения. Использование программного обеспечения гарантирует последовательность и правильность выполнения метода и возможность его верификации.

Выходные данные

Выходными данными анализа дерева неисправностей являются:

- наглядное представление путей возникновения конечного события и взаимодействующих путей в ситуации, когда одновременно могут произойти два или более событий;

- набор минимальных сечений (возникновения путей отказа системы) и оценка вероятности отказа системы для каждого сечения;

- оценка вероятности конечного события.

Преимущества и недостатки

Преимуществами ФТА являются следующие:

- предоставление точного, систематизированного и гибкого подхода позволяет анализировать разнообразные факторы, включая действия персонала и физические явления.
- применение подхода «сверху вниз» позволяет рассматривать воздействия тех отказов, которые непосредственно связаны с конечным событием.
- применение особенно целесообразно для анализа систем, допускающих подключение большого количества устройств и взаимодействие с ними (систем, имеющих множественные интерфейсы).
- графическое представление позволяет упростить понимание функционирования системы и рассматриваемых факторов, но поскольку древовидные схемы зачастую весьма громоздки, их обработка может потребовать применения компьютерных программ, что обеспечивает возможность рассмотрения более сложных логических взаимосвязей (например, с использованием логических операций «И-НЕ» и «НЕ-И»), но при этом затрудняет верификацию дерева неисправностей.
- логический анализ дерева неисправностей и определение набора минимальных сечений полезны при идентификации простых путей отказа в сложных системах, где комбинации событий могут привести к возникновению конечного события.

Недостатками метода являются следующие:

- неопределенность оценок вероятностей базисных событий влияет на оценку вероятности возникновения конечного события. Это может привести к высокому уровню неопределенности в ситуации, когда вероятность отказа для конечного события точно неизвестна, но достоверность оценок существенно выше для хорошо изученной системы;
- в некоторых ситуациях начальные события не связаны между собой, и порой трудно установить, учтены ли все важные пути к конечному событию. Например, недостаточное исследование всех источников возгорания может привести к неверной оценке риска возникновения пожара (конечного события). В этой ситуации анализ вероятности с применением метода ФТА невозможен;
- дерево неисправностей является статичной моделью, в которой фактор временной зависимости не учитывают;
- дерево неисправностей может быть применено только к бинарным состояниям (работоспособному/неработоспособному);
- несмотря на то что ошибки человека могут быть учтены в схеме дерева неисправностей на качественном уровне, несоответствия степени и качества, часто характеризующие ошибки человека, в дереве неисправностей учесть достаточно сложно;
- дерево неисправностей не позволяет легко учесть и исследовать цепные реакции (эффект домино) и условные отказы.

Порядок работы:

1. Ознакомиться с основными положениями работы
2. Ознакомиться с примерами, приведенными на стр. 229-230 учебного пособия: Ханхалаева И.А., Никифорова А.П. Управление рисками технических систем: учеб. пособие. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2014. – 329 с.
3. Применить метод дерева неисправностей для управления рисками какого-либо технологического процесса. Результаты представить в виде схемы
4. Сделать выводы по работе

Контрольные вопросы:

1. Каковы этапы метода дерева неисправностей?
2. Каковы основные преимущества и недостатки метода дерева неисправностей?

Практическая работа №6

Анализ видов и последствий отказов

Цель работы: изучение порядка применения метода анализа видов и последствий отказов, получение навыков применения метода на практике

Основные положения:

Анализ видов и последствий отказов (FMEA) является восходящим методом анализа надежности, который обычно применяют для изучения материала, компонентов, отказов оборудования и их воздействий на следующий более высокий функциональный уровень системы. Ите-

рации этих шагов (идентификация одиночных режимов отказов и оценка их воздействия на следующий более высокий уровень системы) заканчиваются идентификацией всех режимов единичных отказов системы. FMEA может быть использован для анализа систем, использующих технологии с простыми функциональными структурами отказов (электрические, механические, гидравлические, программные и т.д.). Анализ видов, последствий и критичности отказов (FMESCA) расширяет FMEA, определяя количество последствий отказа через вероятности появления и серьезности последствий. Серьезность последствий оценивают в соответствии с заданной шкалой.

FMEA и FMESCA обычно применяют в случаях, когда уровень риска выявляется на ранних уровнях разработки продукции. Их применяют для новых технологий, процессов, проектов или при изменениях условий окружающей среды, нагрузок или инструкций. FMEA или FMESCA могут быть применены для компонентов или систем, которые представляют собой продукцию, процессы или производственное оборудование. Они также могут быть применены к системам программного обеспечения.

FMEA или FMESCA состоят из следующих этапов:

- идентификация требований к функционированию компонента системы;
- идентификация потенциальных видов, последствий и причин отказов;
- идентификация риска, связанного с видами и последствиями отказа;
- идентификация рекомендуемых действий для устранения или уменьшения риска;
- завершающие действия.

Анализ видов и последствий отказов (FMEA) является методом, используемым для идентификации

способов отказа компонентов, систем или процессов, которые могут привести к невыполнению их назначенной функции.

Метод FMEA помогает идентифицировать:

- все виды отказов различных частей и компонентов системы (видами отказа могут быть скрытый отказ,

конструктивный отказ, производственный отказ и т. д., которые приводят к нарушению работоспособного состояния частей и/или компонентов системы);

- последствия отказов для системы;
- механизмы отказа;
- способы достижения безотказной работы и/или смягчения последствий для системы.

Расширенной версией метода FMEA является FMESCA, позволяющий оценить критичность и значимость каждого идентифицированного вида отказа. Анализ критичности обычно является качественным или смешанным, но может быть количественным при использовании показателя фактического процента отказов.

Область применения

В зависимости от объекта исследования выделяют несколько вариантов метода: FMEA проекта или продукции, FMEA процесса, применяемый для анализа производственных и сборочных процессов, FMEA системы, FMEA услуги и FMEA программного обеспечения. Метод FMEA/FMESCA может быть применен на стадиях проектирования, производства и эксплуатации производственной системы.

Однако для повышения надежности внесение изменений на стадии проектирования системы является более эффективным. Методы FMEA и FMESCA также могут быть применены к процессам и процедурам. Например, эти методы применяют для выявления возможности медицинских ошибок и дефектов в процессе технического обслуживания.

Методы FMEA/FMESCA могут быть использованы:

- при выборе из альтернативных вариантов проекта с высокой надежностью;

- для исследования всех видов отказов систем и процессов и их влияния на безотказность исследуемого объекта;

- для идентификации последствий ошибок персонала (влияние человеческого фактора);
- при планировании проверок (тестов) и технического обслуживания технических систем;
- для улучшения проектов процедур и процессов;
- для получения качественной или количественной информации для других методов анализа, таких как анализ дерева неисправностей.

Результаты методов FMEA и FMESCA могут быть использованы в качестве качественных и количественных входных данных для других методов исследований, таких как анализ дерева неисправностей.

Входные данные

Для выполнения методов FMEA и FMECA необходима подробная информация об элементах системы, достаточная для анализа способов и путей развития отказа каждого элемента. Для детального применения метода FMEA к проекту элемент системы может быть рассмотрен на уровне его компонентов, в то время как для FMEA системы в целом элементы системы могут быть определены на укрупненном уровне (в виде блоков и подсистем).

Информация может включать:

- чертежи и блок-схемы анализируемой системы и ее компонентов или этапы процесса;
- информацию о функционировании каждого этапа процесса или компонента системы;
- подробное описание экологических и других параметров, которые могут влиять на функционирование системы;
- сведения о результатах отказов;
- хронологические данные об отказах, включая доступные данные об интенсивности отказов.

Процесс выполнения метода

Процесс FMEA включает в себя следующие основные этапы:

- а) определение области применения и целей исследования;
- б) формирование рабочей группы;
- в) изучение системы/процесса, для которых применяют метод FMECA;
- г) деление системы на компоненты или этапы;
- д) определение функции каждого этапа или компонента;
- е) определение для каждого компонента или этапа:
 - возможных отказов и их причин;
 - механизмов, приводящих к данным видам отказа;
 - последствий отказов;
 - уровень безопасности или разрушительности последствий отказа;
 - способы обнаружения отказа.

ж) идентификация особенностей проекта, позволяющих компенсировать отказ.

При выполнении метода FMECA рабочая группа дополнительно классифицирует каждый из идентифицированных видов отказа в соответствии с его критичностью.

Существует несколько способов выполнения анализа критичности отказов. Общепринятый метод включает определение:

- показателя критичности вида отказа;
- уровня риска;
- ранга приоритетности риска.

Модель критичности вида отказа есть мера возможности того, что исследуемый вид отказа компонента приведет к отказу системы в целом. Критичность отказа определяют как произведение вероятности последствий отказа на интенсивность вида отказа и на время функционирования системы.

Данную формулу часто применяют к отказам оборудования в ситуации, когда каждый из этих показателей может быть определен количественно, и виды отказа имеют одинаковые последствия. Уровень риска определяют как сочетание последствий вида отказа и вероятности данного отказа. Уровень риска может быть использован в ситуации, когда последствия разных видов отказа различны, и применим к системам и процессам, связанным с оборудованием. Уровень риска может быть представлен в качественном, смешанном или количественном виде.

Ранг приоритетности риска (RPN) является смешанной мерой критичности отказа, его рассчитывают путем умножения ранга значимости последствий отказа (обычно от 1 до 10) на вероятность отказа и возможность выявления проблемы. Если отказ трудно обнаружить, то ему обычно уделяют больше внимания и придают первостепенное значение. Этот метод используют чаще всего в процессе обеспечения качества. С момента идентификации видов отказа и механизмов их возникновения следует определить и внедрить корректирующие действия для наиболее существенных видов отказа.

Результаты выполнения метода FMEA должны быть документированы в виде отчета, который должен содержать:

- подробное описание исследованной системы;
- способы, использованные для выполнения анализа;
- предположения, сделанные в процессе выполнения анализа;
- источники данных;
- полученные результаты, включая заполненные контрольные листы;

- критичность (если требуется) и методы, использованные для ее определения;
- рекомендации для дальнейших исследований, изменения проекта или особенности, которые необходимо включить в планы проверок, испытаний и т.д.

Система может быть повторно оценена в другом цикле FMEA, после того как все необходимые действия по проведению анализа будут завершены.

Выходные данные

Первичными выходными данными метода FMEA являются перечень видов отказа, механизмов возникновения отказа и его последствий для каждого компонента системы или этапа процесса (которые могут включать в себя информацию о вероятности отказа). К выходным данным также относят информацию о причинах и последствиях отказа для системы в целом. Выходные данные метода FMESA включают результаты ранжирования значимости отказов на основе оценки вероятности отказа системы, уровня риска возникновения данного вида отказа или комбинации уровня риска и «возможности обнаружения» вида отказа.

Метод FMESA может быть полезен для получения количественных выходных данных при использовании количественных данных об интенсивности отказов и их последствиях.

Преимущества и недостатки

Преимуществами метода FMEA/FMESA являются следующие:

- метод применим к видам отказов, связанных с ошибками персонала, нарушением работоспособности оборудования и работы систем программного обеспечения и процессов.
- метод позволяет идентифицировать виды отказов компонентов, причины этих отказов и их последствия для системы и представить их в удобной для пользователя форме.
- применение метода помогает избежать дорогостоящих модификаций оборудования при техническом обслуживании за счет идентификации и устранения проблем на ранних стадиях этапа проектирования.
- метод позволяет идентифицировать виды отказов в отдельной точке и установить требования к резервированию и системе безопасности.
- метод дает возможность получить входные данные для разработки программ мониторинга, предоставляя информацию о необходимых объектах мониторинга и их особенностях.

Недостатками метода являются следующие:

- метод FMEA/FMESA может быть использован только для идентификации отдельных отказов, а не их сочетания.
- без адекватного контроля и специальной направленности, исследования могут быть трудоемкими и дорогостоящими.
- применение метода FMEA/FMESA может быть трудоемким и длительным для сложных многоуровневых систем.

Применение метода регламентирует МЭК 60812 Методы анализа надежности систем. Метод анализа видов и последствий отказов (FMEA).

Порядок работы:

1. Ознакомиться с основными положениями работы
2. Ознакомиться с примерами, приведенными на стр. 230-233 учебного пособия: Ханхалаева И.А., Никифорова А.П. Управление рисками технических систем: учеб. пособие. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2014. – 329 с.
3. Применить метод FMEA для управления рисками какого-либо технологического процесса. Результаты представить в виде таблиц.
4. Сделать выводы по работе

Контрольные вопросы:

1. Каковы этапы метода FMEA?
2. Какие уровни тяжести последствий могут применяться при применении метода FMEA?
3. Каковы основные недостатки метода FMEA?

Исследование опасности и работоспособности

Цель работы: получить навыки применения метода исследования опасности и работоспособности для управления рисками технических систем

Основные положения:

Аббревиатура HAZOP (Hazard and Operability Study) означает исследование опасности и работоспособности. Исследование HAZOP представляет собой структурированный и систематизированный анализ запланированных или существующих продукции, процесса, процедуры или системы. Исследование HAZOP является методом идентификации опасностей и риска для людей, оборудования, окружающей среды и/или достижения целей организации. От группы исследования HAZOP обычно ожидают по возможности конкретных решений по обработке риска.

HAZOP является качественным методом, основанным на использовании управляющих слов, которые помогают понять, почему цели проектирования или условия функционирования не могут быть достигнуты на каждом этапе проекта, процесса, процедуры или системы. Исследование HAZOP обычно выполняет междисциплинарная группа в течении нескольких заседаний.

Метод исследования опасности и работоспособности (HAZOP) описан в ГОСТ Р 51901.11-2005 «Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности».

Исследование HAZOP - это процесс детализации и идентификации проблем опасности и работоспособности системы, выполняемый группой специалистов. Исследование HAZOP предназначено для идентификации потенциальных отклонений от целей проекта, экспертизы их возможных причин и оценки их последствий.

Область применения

Исследование HAZOP первоначально было разработано для анализа системы химических процессов, но впоследствии сфера его применения была расширена для применения в технических системах и сложных производствах. Область применения метода включает в себя механические и электронные системы, процедуры, системы программного обеспечения, организационные изменения, разработку и анализ юридических документов (например, контрактов) и др.

Процесс исследования HAZOP может быть применен при любых изменениях конструкции, компонента(ов), разработанных процедур и действий человека.

Исследование HAZOP широко используют для анализа программного обеспечения. Если его применяют к управлению безопасностью критических видов оборудования и компьютерным системам, то метод обозначают CHAZOP – Control Hazards and Operability Analysis (Исследование управления опасностью и работоспособностью или исследование компьютерной опасности и работоспособности).

Исследование HAZOP обычно предпринимают на стадии детализации конструкции, когда полная схема намеченного процесса уже разработана, однако еще можно внести необходимые изменения. С другой стороны, исследование HAZOP может быть применено последовательно с различными управляющими словами на каждой стадии проектирования и разработки. Оно также может быть выполнено на стадии производства, однако на этой стадии внесение изменений по результатам исследований может быть более затратным.

Входные данные

Основными входными данными исследования HAZOP являются текущая информация об исследуемых системе, процессе или процедуре, а также цели и функциональные требования к проекту. Входные данные могут включать в себя: чертежи, перечень требований, технологические карты, схемы управления процессом и соответствующих логических связей схемы размещения оборудования, процедуры функционирования и технического обслуживания, планы действий в аварийных ситуациях. Если HAZOP не связан с программным обеспечением, то входными данными могут быть любые документы, описывающие функции и элементы исследуемых систем или процедур. Например, входными данными могут быть диаграмма организационной структуры и описание ответственности и обязанностей персонала, проект договора или процедуры.

В процессе исследования HAZOP рассматривают проект и требования к исследуемым процессу, процедуре или системе, подразделяют их на части и проводят анализ каждой из этих частей, чтобы обнаружить, какие отклонения от намеченного исполнения могут произойти, что может быть причиной возможных отклонений и какова вероятность их последствий. Этих целей достигают путем систематического исследования того, как каждая часть системы, процесса или процедуры реагирует на изменения основных параметров при использовании подходящего

управляющего слова. Управляющие слова могут быть подобраны для конкретной системы, процесса или процедуры, или могут быть использованы общие управляющие слова, охватывающие все типы отклонений.

В таблице 8 приведены примеры часто используемых управляющих слов для технических систем. В таблице 5 приведены дополнительные управляющие слова. Подобные управляющие слова, такие как «слишком рано», «слишком поздно», «больше», «меньше», «слишком долго», «слишком быстро», «неправильное направление», «неправильная цель», «неправильное действие», могут быть использованы для идентификации ошибок оператора.

Таблица 3 - Основные управляющие слова

Управляющие слова	Значение
НЕ ИЛИ НЕТ	Полное отрицание целей проекта
БОЛЬШЕ	Увеличение количества
МЕНЬШЕ	Уменьшение количества
ТАК ЖЕ, КАК	Качественное изменение/увеличение
ЧАСТЬ	Качественное изменение/уменьшение
ЗАМЕНА	Логическая противоположность
ДРУГОЙ, ЧЕМ	Полная замена

Таблица 4 - Дополнительные управляющие слова

Управляющие слова	Значение
РАНО	Относится к времени
ПОЗДНО	Относится к времени
ПРЕЖДЕ	Относится к порядку или последовательности
ПОСЛЕ	Относится к порядку или последовательности

Исследования HAZOP состоят из четырех последовательных шагов (Рисунок 2).

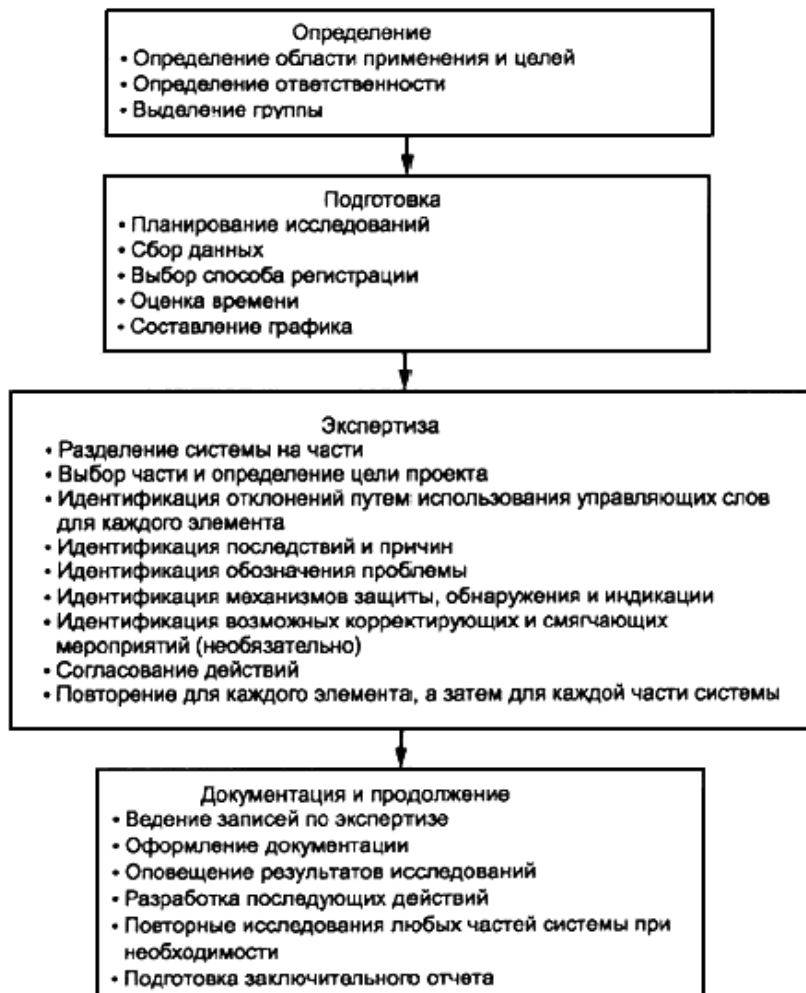


Рисунок 2 - Последовательность выполнения исследований HAZOP

Особенности HAZOP –экспертизы:

- в процессе экспертизы применяют ряд управляющих слов для идентификации потенциальных отклонений от целей проекта. Специалисты группы прогнозируют, как могло бы происходить отклонение и какие могли бы быть последствия;

- экспертизу проводят под руководством обученного и опытного лидера исследований, который должен гарантировать всесторонний анализ системы на основе логических и аналитических заключений. Предпочтительно, чтобы лидеру помогал регистратор, фиксирующий идентифицированные опасности и/или нарушения при эксплуатации для дальнейшей оценки и выводов;

- для экспертизы привлекают специалистов в различных дисциплинах с соответствующими навыками и опытом, имеющих интуицию и ясное суждение;

- экспертизу проводят в атмосфере положительного размышления и откровенного обсуждения. Когда проблема идентифицирована, регистрируют соответствующие данные для последующей оценки и выводов;

- решение идентифицированных проблем – не единственная цель HAZOP экспертизы, но все решения регистрируются и направляются на рассмотрение руководителю проекта.

На совещании группа HAZOP проводит следующие действия:

- подразделяет систему, процесс или процедуру на меньшие элементы, подсистемы, подпроцессы, компоненты для проведения их анализа;

- согласовывает задачи проекта для каждой подсистемы, подпроцесса или компонента и затем для каждого элемента подсистемы или компонента применяет управляющие слова, одно за другим, что позволяет выявить возможные отклонения, которые могут привести к нежелательным результатам;

- в случае идентификации нежелательных результатов согласовывает причину и послед-

ствия для каждого события и предлагает способы их обработки, направленной на предотвращение их повторного появления или смягчения возможных последствий, если они неизбежны;

- регистрирует и идентифицирует протоколы обсуждений и предложенные способы обработки риска.

Выходные данные

В процессе HAZOP время обсуждения по каждому пункту исследования должно быть зарегистрировано.

Записи должны включать в себя используемое управляющее слово, отклонение(я), его (их) возможные причины, предложенные действия по идентифицированным проблемам и ответственного за эти действия.

Для любого отклонения, которое нельзя исправить, необходимо оценить его риск.

Преимущества и недостатки

Исследование HAZOP имеет следующие преимущества:

- метод обеспечивает систематическое и полное исследование системы, процесса или процедуры.

- к работе привлекаются эксперты по смежным направлениям деятельности, включая специалистов, имеющих практический производственный опыт работы, которым, вероятно, придется внедрять рекомендации по обработке риска.

- метод помогает в выборе решения и способов обработки риска.

- метод применим к широкому диапазону систем, процессов и процедур.

- метод позволяет точно рассмотреть причины и последствия ошибок исполнителей.

- в рамках процесса HAZOP проходит регистрация всех записей, что позволяет обеспечить объективные свидетельства для дальнейшего анализа.

Недостатки исследования HAZOP:

- детальный анализ может быть длительным по времени и поэтому быть дорогостоящим.

- детальный анализ требует наличия подробной документации и требований к системам, процессам или процедурам.

- исследование HAZOP может быть сосредоточено на нахождении детальных решений, а не на пересмотре использованных основных предположений (этот недостаток можно смягчить поэтапным применением метода).

- обсуждение может быть сосредоточено на отдельных проблемах проекта и не касаться широких или внешних проблем.

- метод ограничен задачами проекта, областью и целями исследования, определенными для группы.

- метод основан на экспертных оценках проектировщиков, которым может быть сложно установить недостатки своих проектов.

Порядок работы:

1. Ознакомиться с основными положениями работы

2. Ознакомиться с примерами, приведенными на стр. 222-229, 244-249 учебного пособия:

Ханхалаева И.А., Никифорова А.П. Управление рисками технических систем: учеб. пособие. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2014. – 329 с.

3. Применить метод исследования опасности и работоспособности для управления рисками какого-либо технологического процесса. Результаты представить в виде таблиц.

4. Сделать выводы по работе

Контрольные вопросы:

1. Каковы этапы метода исследования опасности и работоспособности?

2. Какие управляющие слова могут применяться при использовании метода опасности и работоспособности?

3. Каковы основные недостатки метода исследования опасности и работоспособности?

1.3. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов по данной дисциплине включает:

- подготовка к лекционным занятиям (изучение отдельных вопросов по рекомендуемой литературе, конспектирование литературных источников, проработка материалов лекций);
- подготовка к практическим занятиям (выполнение домашних заданий, подготовка ответов на контрольные вопросы, оформление выполненных работ);
- выполнение индивидуального задания;
- подготовка к промежуточной аттестации (зачету / экзамену).

Деятельность студента: подготовка опорного конспекта лекции (на бумажном носителе и/или в форме видеопрезентации), выполнение индивидуального задания, самооценка; выступление с докладом; участие в обсуждении других докладов.

Уровень компетенций, сформированных в результате выполнения работ, осваиваемых самостоятельно, оценивается в процессе их защиты в соответствии с балльно-рейтинговой системой.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

2.1. Работа с литературными источниками при выполнении реферата или иных видов средней сложности

Первый этап деятельности студента – поиск соответствующих источников информации по изучаемой теме. Основные источники: книги, методические пособия и разработки, статьи в научных и научно-методических журналах, сборниках научных и научно-методических работ, материалы конференций, веб-страницы в Интернете, нормативные документы. Поиск книг по интересующей проблеме обычно начинают со справочно-библиографического отдела и систематического каталога библиотеки. Каждая библиотека имеет собственный справочно-библиографический аппарат. Ее каталоги и картотеки содержат оригинальную информацию. При сходных фондах отечественных изданий каталоги научных библиотек могут отличаться по структуре и содержанию. Поэтому поиск информации в различных библиотеках может дать разные результаты. Читать же, пользоваться фондами можно в той библиотеке, которая покажется более удобной для работы с книгой.

Для более широкого поиска информации о книгах по проблеме можно использовать книжную летопись, реферативные журналы, аналитические обзоры, бюллетени.

После того, как собрана информация об основных источниках по теме, можно переходить к их изучению. При первоначальном знакомстве с книгой полезно сначала внимательно изучить аннотацию, оглавление, введение, заключение, список литературы. Список литературы должен быть достаточно полным и характеризовать осведомленность студента в изучаемой проблеме. Количество используемых источников характеризует объем проделанной студентом работы, поэтому служит важным критерием для ее оценки.

Важнейшей задачей при работе с литературными источниками нужно обратить внимание на изучение основных понятий, научных и практических проблем изучаемой темы, разных точек зрения на нее, основных теоретических и эмпирических подходов к ее исследованию. Необходимо провести анализ, сравнение, группировку, систематизацию и обобщение собранных материалов, и не ограничиваться простой компиляцией традиционных учебных знаний или теоретических рассуждений из научных трудов. Работа не должна носить репродуктивный характер.

Прежде чем делать выписки или конспектировать источник, необходимо зафиксировать точное библиографическое его описание. Это потребуется вам при оформлении списка литературы. Выписки и конспекты работ целесообразно делать на отдельных листах, так как это создаст определенные удобства в классификации материалов на завершающем

этапе при написании текста работы, позволит быстрее классифицировать источники по содержанию информации.

2.2. Конспектирование

Конспектирование, представляет собой систематизированную, логически связную форму записи, включающую выписки, тезисы, дополненные мыслями и комментариями студента. В конспект могут войти также отдельные части текста, цитируемые дословно, факты, примеры, цифры, схемы. Конспект может быть текстуальным и свободным. В текстуальных конспектах доминируют цитаты автора, выписываются выводы, дающие яркую и меткую формулировку того или иного положения. Свободные же конспекты составляются в виде систематизированной записи положений изучаемой проблемы словами конспектирующего.

Конспект лекций должен иметь следующую структуру:

- основные понятия и их определения;
- особенности строения и функционирования объектов, их основные свойства, характеристики, параметры;
- задачи (проблемы) теоретического и/или практического изучения объектов, их создания и применения;
- методы, средства и способы их теоретического и/или практического изучения и совершенствования;
- методы, средства и способы качества объектов;
- современные тенденции и перспективы развития науки и практики в данной предметной области.

2.3 Выполнение индивидуального задания №1

Индивидуальное задание №1 выполняется в форме реферата по определённой теме.

Выбор тем реферата студентами проводится из следующего списка:

1. История развития менеджмента рисков
2. Процесс оценки рисков
3. Основные понятия теории надежности
4. Показатели надежности
5. Методы расчета надежности
6. Стандарты надежности технических систем. Основное содержание
7. Анализ опасности и критические контрольные точки
8. Анализ видов и последствий отказов
9. Причинно-следственный анализ
10. Применение метода мозгового штурма для анализа рисков технических систем
11. Байесовский анализ для анализа рисков
12. Анализ скрытых дефектов
13. Метод Дельфи
14. Моделирование методом Монте-Карло
15. Марковский анализ

Защита задания проводится в виде доклада

Реферат выполняется в соответствии со следующими методическими указаниями:

Методические указания к выполнению СРС (написание реферата) для студентов специальностей 072000 – Стандартизация и сертификация (в пищевой промышленности) и 190800 – Метрология и метрологическое обеспечение дневной и заочной форм обучения Составитель: Олефирова А.П. Ханхалаева И.А. Улан-Удэ 2002