

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РИСКА

ГОСТ 12.0.230.5—2018

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Система стандартов безопасности труда

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА

**Методы оценки риска для обеспечения безопасности
выполнения работ**

Occupational safety standards system.

Health management systems.

Risk assessment methods to ensure the safety of work

Дата введения — 2019—06—01

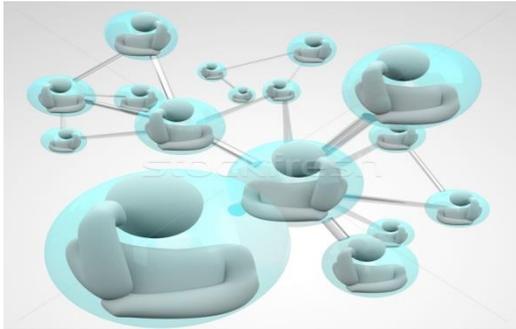


Методы оценки уровня профессиональных рисков

Оценка и определение риска проводится на основе решений, опирающихся на здравый смысл.

В этом основное отличие оценки рисков в ОТ!





Метод мозгового штурма

Метод мозгового штурма – вспомогательный метод.

Способ получения набора идей и оценок, ранжируемых командой.

Метод мозгового штурма представляет собой обсуждение проблемы группой специалистов в доброжелательной манере, целью которого является идентификация возможных видов отказов и соответствующих опасностей, риска, критериев принятия решений и/или способов обработки риска.

Результатом могут быть перечни опасных событий и необходимых средств управления.

Метод мозгового штурма

Преимущества:

- развитие у участников нестандартного мышления;
- вовлечение в обсуждение ключевых причастных сторон и, следовательно, улучшение процесса обмена информацией;
- быстрота и легкость применения метода.



Недостатки:

- возможен недостаток навыков и знаний участников обсуждения для эффективного генерирования идей;
- так как метод прост и неструктурирован, то трудно проверить всесторонность обсуждения и подтвердить, что все опасности и виды риска идентифицированы;
- динамика обсуждения в группе может быть такой, при которой некоторые участники, располагающие ценными идеями, не проявляют себя, в то время как другие доминируют при обсуждении.



Метод интервью.

Отдельным группам работников (например, работающим в одном цехе, отделе, либо обслуживающим оборудование) задают ряд уже подготовленных вопросов относительно возможных опасностей (рисков), с которыми работники сталкиваются в ходе выполнения своей трудовой функции.

Целями использования метода являются как выявление опасностей, с которыми сталкиваются работники, так и вовлечение работников в процесс оценки и управления рисками.

Метод может применяться как в форме анкетирования, так и в форме так называемых «аудитов безопасного поведения».

Преимущества: *Анализ проблем, обмен информацией "один на один" позволяющий рассмотреть проблему со всех сторон, вовлечение большего количество причастных сторон, чем мозговой штурм, в котором задействована относительно небольшая группа лиц.*

Недостатки: *Требует больших затрат времени интервьюера для получения и обработки разнообразных и многочисленных мнений о проблеме; допускает предвзятость и нежелание обсуждать проблему в группе, трудно применять способы стимулирования и фантазии человека, которые являются особенностью мозгового штурма .*

Метод контрольных листов («чек-листов»).

Контрольный лист – это перечень опасностей и/или рисков, который формируется на основе данных производственного контроля, предыдущих оценок рисков. Организация, как правило, разрабатывает контрольные листы с учетом специфики своей деятельности, однако, имеются и типовые контрольные листы для определенных опасностей, профессий и видов работ.



В.4 Контрольные листы

Область применения: Для идентификации опасностей и риска или оценки эффективности средств управления на всех стадиях жизненного цикла продукции, процесса или системы.

Входные данные: Информация и экспертные оценки по проблеме для разработки вопросов и контрольного листа (желательно утвержденного).

Выходные данные: Перечни неадекватных средств управления или перечни опасностей.

Преимущества: Использование контрольных листов не экспертами; простая форма оценки в силу проработки контрольного листа; отсутствие упущения основных проблем.

Недостатки: Сдерживает свободу мыслей при идентификации опасностей; использование "известных знаний", но не "известного незнания" или "неизвестного незнания»; формальное поведение по принципу «поставить галочку», не видеть или не замечать проблемы.

Метод Элмери. Наблюдение за производственной средой



- ✓ **Производственный процесс**
- ✓ **Машины и оборудование**
- ✓ **Порядок и чистота на рабочем месте**
- ✓ **Факторы окружающей среды**
- ✓ **Эргономика**
- ✓ **Проходы и проезды**
- ✓ **Возможности для спасения и оказания первой помощи**



Для кого предназначена система Элмери?

✓ **Работники;**



✓ **Начальники цехов;**



✓ **Уполномоченный по охране труда;**



✓ **Инженер по охране труда;**



✓ **Службы гигиены труда на предприятии.**



Карты наблюдений

Состояние объекта наблюдения (пункт) признается "хорошим" и ставится «+» в графу, если он отвечает минимальному уровню (по мнению наблюдателя) требований безопасности. Если состояние объекта не соответствует требованиям охраны труда, то ставится отметка "-".

Если по какой-либо причине нет возможности оценить данный показатель или методом наблюдения его нельзя определить, то в соответствующей графе карты наблюдений указывается отметка "отсутствует" или "0".

Индекс Элмери.

Характеризует уровень безопасности наблюдаемого участка (рабочего места)

$$\text{Индекс Элмери} = \frac{\text{пункты «хорошо»}}{\text{пункты «хорошо»} + \text{пункты «плохо»}} \times 100\%$$

Индекс обозначает процентное соотношение, значение которого может быть от 0 до 100.

Например, результат 60 % показывает, что 60 пунктов из 100 соответствует требованиям охраны труда

Матричные методы, основанные на баллах

Матрица «3x5».

Австралийская матрица, разработанная в 2003 году в Университете штата Квинслэнд, представляет переходный вариант от матрицы «3x3» к матрице «5x5» и выглядит следующим образом.

Последствия, p	x	Вероятность, Q	=	Риск	
Небольшие - 1	X	Малая - маловероятно	1	1	Малый
		Малая - редко	2	2	Малый
		Средняя	3	3	Малый
		Большая - возможно	4	4	Малый
		Большая - почти наверняка	5	5	Малый
Средние - 2	X	Малая - маловероятно	1	2	Малый
		Малая - редко	2	4	Малый
		Средняя	3	6	Средний
		Большая - возможно	4	8	Средний
		Большая - почти наверняка	5	10	Средний
Большие - 3	X	Малая - маловероятно	1	3	Малый
		Малая - редко	2	6	Средний
		Средняя	3	9	Средний
		Большая - возможно	4	12	Высокий
		Большая - почти наверняка	5	15	Высокий

Оценка риска:

1-5 (низкий)

6-10 (средний)

11-15 (высокий)

Метод Файн-Кинни

**R = Подверженность x Вероятность x
Последствия**

Подверженность от 0 = никогда до 10 =
постоянная подверженность.

Вероятность от 0 = абсолютно
невозможно до 10 = это случится.

Последствия от 1 = минимальные
(повреждение) до 100 = катастрофа.

R = 0 - 20 небольшой риск, возможно
приемлемый

R = > 400 очень высокий риск,
немедленное прекращение деятельности



Метод Файн-Кинни

R(риск) = ПОДВЕРЖЕННОСТЬ x ВЕРОЯТНОСТЬ x ПОСЛЕДСТВИЯ

Подверженность	Баллы
Постоянная	10
Регулярная (ежедневная)	6
Время от времени (еженедельно)	3
Иногда (ежемесячно)	2
Редко (ежегодно)	1
Очень редко	0,5
Никогда	0

Вероятность	Баллы
Ожидаемо, это случится	10
Очень вероятно	6
Необычно, но возможно	3
Маловероятно	1
Можно себе представить, но невероятно	0,5
Почти невозможно	0,2
Почти невообразимо	0,1
Абсолютно не возможно	0

Последствия	Баллы
Катастрофа, много жертв	100
Авария, несколько жертв	40
Очень тяжелые, 1 человек гибнет	15
Тяжелые, инвалидность	7
Серьезные, травма, нетрудоспособность	3
Минимальные, оказание первой помощи	1

Риск	Характеристика	Мероприятия
>400	Крайне высокий риск	Немедленное прекращение
200 – 400	Высокий риск	Немедленные усовершенствования
70 – 200	Серьезный риск	Необходимы усовершенствования
20 – 70	Возможный риск	Необходимо уделить внимание
0 – 20	Небольшой риск	Приемлемый риск

В.3 Метод Дельфи

Область применения: Предназначен для получения обобщенного мнения группы экспертов, но эксперты выражают мнение анонимно и индивидуально, имея возможность узнать мнения других экспертов. Применяется на всех стадиях процесса менеджмента риска или всех этапах жизненного цикла системы, везде, где необходимы согласованные оценки экспертов.

Входные данные: Варианты решений проблемы, для отбора которых необходимо согласованное единое мнение.

Выходные данные: Единое мнение по проблеме.

Преимущества: Выражение непопулярных мнений; взгляды на проблему равнозначны нет доминирования мнения одного над другим. Получение прав собственности на выходные данные; отсутствует необходимость сбора участников в одном конкретном месте в конкретное время.

Недостатки: Является трудоемким и затратным по времени, необходимость точного и ясного выражения своих мыслей в письменной форме.

В.5 Предварительный анализ опасностей РНА (Preliminary Hazard Analysis.)

Область применения: При недостатке информации о деталях или рабочих процессах с целью получения информации для разработки требований к проектируемой системе; с целью идентификации опасностей, опасных ситуаций и событий, которые могут нарушить работу или нанести вред данному виду деятельности, оборудованию или системе и последующего анализа риска.

Входные данные: Информация об оцениваемой системе; данные об используемых или изготавливаемых материалах, их химической или иной активности, перечень и схемы оборудования; сведения о рабочей среде и т.д.

Выходные данные: Перечень опасностей и риска; рекомендации по принятию риска, рекомендуемые средства управления, требования к конструкции или запрос на выполнение более детальной оценки.

Преимущества: Использование в ситуации ограниченной информации; исследование рисков на ранних стадиях жизненного цикла системы.

Недостатки: Только предварительная информации; не является всесторонним методом и не может обеспечить подробную информацию об опасных событиях и способах их предотвращения.

В.6 HAZOP Hazard and Operability Study. - Исследование опасности и работоспособности

Область применения: Анализ химических процессов, механических и электронных систем, документов/контрактов. При использовании ПО метод обозначают CHAZOP (Control Hazards and Operability Analysis. /

Входные данные: Подробные: чертежи, требования, технологические карты, схемы размещения оборудования, планы и пр.

Выходные данные: Записи включающие: используемое управляющее слово, отклонение(я), его (их) возможные причины, предложенные действия; Оценка риска не исправимого отклонения.

Преимущества: Системное и полное исследование объекта, участие экспертов/специалистов с опытом работы; выбор решения/способа обработки риска, точность рассмотрения причин и последствий ошибок исполнителей; объективность в силу регистрации всех записей.

Недостатки: Длительность и дороговизна; субъективность – сложность установления проектировщиками недостатков своих проектов.

НАССР - Hazard Analysis and Critical Control Points - Анализ рисков и критических контрольных точек

Область применения: Для управления риском любого загрязнения пищевых продуктов, фармацевтических препаратов и медицинских устройств.

Входные данные: Составление технологической карты/блок-схемы процесса об опасностях, которые могут повлиять на качество, безопасность или надежность процесса/продукции.

Выходные данные: Зарегистрированные записи, карты анализа опасностей, то есть выходные данные НАССР и план НАССР, включающий перечень всех критических контрольных точек с указанием для каждой контрольной точки.

Преимущества: Документированные свидетельства качества идентификации опасности, управления и снижения риска; управление риском в процессе производства; идентификация опасности, вызванные действиями человека, и содержит способ управления этим действием.

Недостатки: Необходимость идентификации опасностей и их рисков, а также средств управления; принятие мер только при выходе за границы, что не позволяет учесть изменения среднего процесса вблизи границы.

В.8 Оценка токсикологического риска

Область применения: Для оценки воздействия (источников, как химикаты, микроорганизмы и др.) на растения, животных и людей.

Входные данные: Объективные (лабораторные и эпидемиологические исследования) данные о характере, свойствах опасностей, уязвимых местах целевой группы населения (или популяции) и взаимодействии идентифицированных опасностей.

Выходные данные: Уровень риска (количественная, смешанная или качественная оценка) воздействия экспозиции на рассматриваемый объект конкретной опасности в имеющихся условиях. Качественная оценка - отнесение риска к высокому, среднему, низкому уровню риска или описание вероятного воздействия.

Преимущество: Детальное понимание проблемы и факторов, способствующих повышению риска.

Недостатки: Недоступность или неопределенность нужных данных.

В.9 Структурированный анализ сценариев методом "что, если?"

(Structured what-if technique - SWIFT .)

Область применения: Для исследования опасностей химических и нефтехимических предприятий, позднее - к системам, их элементам, процессам, процедурам и организации в целом, для исследования последствий изменений, новых и измененных видов риска.

Входные данные: Точное определение подлежащих исследованию систем, процедур, элементов, процессов и/или их изменения.

Выходные данные: Реестр риска и ранжированные по значимости действия или задачи управления риском.

Преимущества: Применим ко всем формам элементов, систем, ситуаций, условий, организаций и видов деятельности; минимальная подготовка и скорость идентификации основных опасностей и риска, для которых возможно применение количественных методов оценки.

Недостатки: Необходим опытный ведущий; тщательная подготовка обсуждений, детализированные или коррелированные причины.

В.10 Анализ сценариев

Область применения: В принятии политических решений и планировании будущих стратегий, для всех трех элементов оценки риска «лучший случай», «худший случай» и «ожидаемый случай».

Входные данные: Наличие группы специалистов, понимающих характер исследуемых изменений (например, возможных достижений в технологиях), способных спрогнозировать ситуацию в будущем. Данные литературных источников и данных, относящихся к изменениям.

Выходные данные: Более четкое понимание вариантов развития событий и способов изменения действий при изменении индикаторов.

Преимущества: Учет вариантов будущего развития событий, когда недостаточно знаний об исследуемой проблеме для прогнозирования ее развития или когда опасность может возникнуть в отдаленном будущем.

Недостатки: Сценарии могут быть нереальными. Данные могут быть гипотетическими, а нереалистичность результатов не выявлена.

В.11 Анализ (оценка) воздействия на бизнес (Business Impact Analysis - BIA)

Область применения: При определении критичности процессов организации, времени их восстановления /допустимое время простоя в случае сбоя (RTO - Recovery Time Objective).

Входные данные: Группа анализа, подробное описание видов деятельности и функционирования организации, включающих процессы, ресурсы, связи с другими организациями, аутсорсинге, анкеты пр.

Выходные данные: Перечень ранжированных по приоритетам критических процессов и соответствующих взаимозависимостей; возможные сроки простоя и восстановления критических процессов и взаимосвязанных информационных технологий.

Преимущества: Возможность достижения установленных целей, оценки необходимых ресурсов и пересмотра производственного процесса.

Недостатки: Недостаточная компетентность участников; упрощенные или сверхоптимистичные оценки требований к восстановлению.

V.12 Анализ первопричины (RCA - Root Cause Analysis.)

Область применения: Анализ потерь, направленный на предотвращение их повторного возникновения, называют анализом первопричины отказа (RCFA - Root Cause Failure Analysis.), используют для исследования несчастных случаев в области охраны труда и производственной безопасности; анализа надежности, технического обслуживания и контроля качества процессов. выявление первичных причин отказа без рассмотрения их внешних проявлений.

Входные данные: Все объективные данные об отказах (аналогичных отказах) или потерях; данные при проверке конкретных гипотез.

Выходные данные: Заключение о наиболее вероятных первопричинах отказа и потерях; рекомендуемые и корректирующие действия.

Преимущества: Привлечение технических экспертов. структурированный анализ; рассмотрение всех вероятных гипотез; обязательное внедрения заключительных рекомендаций.

Недостатки: Отсутствие возможности привлечения требуемых технических экспертов. Ограничения по времени и ресурсам могут отражается на всесторонней оценке ситуации; невозможно внедрить разработанные рекомендации.

В.13 Анализ видов и последствий отказов и анализ видов, последствий и критичности отказов (FMEA и FMESA)

Область применения: Для идентификации способов отказа компонентов, систем/процессов, приводящих к невыполнению функции.

Входные данные: Подробная информация об элементах (его компонентах) системы, чертежи и блок-схемы анализируемой системы и ее компонентов или этапы процесса; влияющие факторы, данные об отказах и их результатах.

Выходные данные: Перечень видов и механизмов отказа; ранжирование отказов на основе уровня риска возникновения данного вида отказа или комбинации уровня риска и "возможности обнаружения" вида отказа.

Преимущества: Применим к видам отказов с ошибками персонала, нарушениям работоспособности оборудования и систем/процессов.

Недостатки: Метод FMEA/FMESA может быть использован только для идентификации отдельных отказов, а не их сочетания; исследования могут быть трудоемкими, длительными и дорогостоящими.

В.14 Анализ дерева неисправностей (FTA - Fault Tree Analysis)

Область применения: Для оценки при идентификации причин отказа и путей, приводящих к конечному событию, и количественной оценки при вычислении вероятности конечного события.

Входные данные: Хорошее знание системы и понимание причин отказа.

Выходные данные: Наглядное представление путей возникновения конечного события и взаимодействующих путей в ситуации, когда одновременно могут произойти два или более событий.

Преимущества: Предоставление точного, систематизированного и гибкого подхода позволяет анализировать разнообразные факторы, включая действия персонала и физические явления.

Недостатки: Неопределенность оценок вероятностей базисных событий влияет на оценку вероятности возникновения конечного события. При недостаточном исследовании вероятна неверная оценка риска, сложность учета ошибок человека.

V.15 Анализ дерева событий - ETA (Event Tree Analysis)

Область применения: Для моделирования, вычисления и ранжирования (с точки зрения риска) различных сценариев инцидента после события.

Входные данные: Перечень рассматриваемых начальных событий; Информация о способах обработки, средствах управления и соответствующих вероятностях отказа.

Выходные данные: Качественное описание возможных проблем, количественные оценки, перечень рекомендаций по снижению риска.

Преимущества: Легкость схематичного изображения сценариев развития событий, что невозможно сделать с помощью метода дерева неисправностей.

Недостатки: Необходимо идентифицировать все возможные начальные события (с помощью HAZOP, PNA): рассматривает только состояния: работа/отказ. При отсутствии учета общих компонентов возможна излишне оптимистичная оценка риска.

В.16 Анализ причин и последствий

Область применения: Для проверки надежности систем, анализа дерева неисправностей. Поскольку каждая последовательность в диаграмме причин и последствий является сочетанием деревьев неисправностей более низкого уровня, данный метод может использоваться для построения более сложных деревьев неисправностей. Из-за сложности в построении и применения, диаграммы используются, когда потери от последствий отказов сопоставимы с затраченными усилиями.

Входные данные: Необходимо понимание системы, видов и сценариев отказов.

Выходные данные: Схематическое представление отказа системы с указанием причин и последствий и оценка вероятности возникновения каждого потенциального последствия.

Преимущества: Аналогичны преимуществам методов дерева событий и дерева неисправностей.

Недостатки: Сложность по сравнению с методами дерева неисправностей и дерева событий как при построении схемы, так и при учете зависимостей в случае количественного анализа.

В.17 Причинно-следственный анализ

Область применения: Для исследования всех возможных сценариев и причин: положительным (цель) или отрицательным (проблема), как метод выполнения анализа первопричины (В.12).

Входные данные: Экспертизы и модели исследования, опыт участников.

Выходные данные: Диаграммы в виде "рыбьего скелета" или древовидной схемы с возможными причинами события.

Преимущества: Структурированный анализ; рассмотрение всех вероятных предположений и гипотез; возможность установления факторов, вызывающих событие как для благоприятных, так и для нежелательных результатов.

Недостатки: Отсутствие компетенций; не предназначен для самостоятельного анализа; неполнота рассмотрения всех взаимосвязей, например, отказ оборудования, вызванный ошибкой оператора, или ошибки оператора, вызванные недостатками конструкции системы.

В.18 Анализ уровней защиты LOPA (Layers of Protection Analysis)

Область применения: Для определения требований к независимым уровням защиты (IPL-Independent Protection Layers.) и уровням полноты безопасности (SIL - Safety Integrity Levels.) систем; после HAZOP или PHA.

Входные данные: Информация о риске, включая опасности, причины и последствия; о средствах управления; оценки вероятности отказа уровней защиты, оценки последствий и допустимого риска.

Выходные данные: Рекомендации дальнейшего применения средств управления и их эффективности для снижения риска.

Преимущества: Меньше время и ресурсы, чем для метода анализа дерева неисправностей или полной количественной оценки риска; точность выше, чем у качественного метода экспертных оценок.

Недостатки: Не охватывает сложные взаимодействия между рисками или средствами управления, не применим к сложным сценариям в ситуациях с большим количеством пар причин-последствий.

В.19 Анализ дерева решений

Область применения: В управлении риском проектных решений и в других случаях, когда необходимо выбрать наилучший способ действий в ситуации неопределенности. Графическое представление может быть обоснованием принятых решений.

Входные данные: План проекта с указанием пунктов, по которым необходимо принять решение, информация о возможных результатах принятых решений и события, влияющие на эти решения.

Выходные данные: Логический анализ риска, отражающий различные варианты возможных решений; ожидаемое значение риска для каждого возможного пути решений.

Преимущества: Точное графическое представление всех деталей решения проблемы, позволяет рассчитать лучшие пути решения проблемы.

Недостатки: Большие деревья решений слишком сложны для обмена информацией с заинтересованными сторонами; применение диаграммы дерева решений может привести к излишнему упрощению ситуации.

В.20 Анализ влияния человеческого фактора (HRA - Human Reliability Assessment)

Область применения: Для идентификации и снижения возможных ошибок и их причин; для получения количественных данных об отказах, связанных с ошибками оператора, для применения других методов.

Входные данные: Определение задач, выполняемых операторами; данные и экспертные оценки о причинах ошибок оператора (человека).

Выходные данные: Перечень видов и причин ошибок, которые могут произойти, и методы их сокращения; качественная или количественная оценка риска рассмотренных ошибок.

Преимущества: Формализованное исследование видов и ошибок оператора и способов позволяет уменьшить вероятность отказов, вызванных этими ошибками.

Недостатки: Сложность и многообразие способов поведения операторов создает значительные трудности при определении простых видов отказа и оценки их вероятности.

В.21 Анализ "галстук-бабочка"

Область применения: Для исследования риска на основе демонстрации диапазона возможных причин и последствий. прост для понимания, полезен при использовании более сложных методов.

Входные данные: Информация о причинах и последствиях опасных событий, риске, барьерах и средствах управления, которые могут их предотвратить, смягчить или стимулировать.

Выходные данные: Простая диаграмма, показывающая основные пути опасных событий и установленные барьеры, направленные на предотвращение или смягчение нежелательных последствий и/или усиление и ускорение ожидаемых последствий.

Преимущества: Наглядность, проста не требует привлечения экспертов.

Недостатки: Не позволяет отображать совокупности причин, возникающих одновременно и вызывающих последствия (случай, когда в дереве неисправностей, отражающем левую сторону диаграммы, находится логический элемент "И"). Метод может представить сложные ситуации в чрезмерно упрощенном виде, особенно при применении количественной оценки.

В.22 Техническое обслуживание, направленное на обеспечение надежности (RCM)

Область применения: Для обеспечения безопасности персонала, охраны окружающей среды, эксплуатационными/экономическими проблемами.

Входные данные: Знание оборудования, производственной среды, конструкции исследуемого объекта, взаимодействующих с ним систем и элементов оборудования, а также возможных отказов и их последствий.

Выходные данные: Задачи в области технического обслуживания: мониторинг технического состояния, плановые ремонт и замена, обнаружение отказов или текущее техническое обслуживание. Другие возможные действия: модернизация оборудования, внесение изменений в эксплуатационные документы и процедуры технического обслуживания и/или проведение дополнительного обучения. В рамках анализа также необходимо идентифицировать периодичность выполнения задач и требуемые ресурсы.

В.23 Анализ скрытых дефектов (SA - Sneak Analysis) и анализ паразитных цепей (SCA- Sneak Circuit Analysis)

Область применения: разработан для НАСА с целью проверки проекта.

Входные данные: Для анализа скрытых дефектов характерно применение различных методов (древовидные схемы, схемы типа "лес", вспомогательные фразы или вопросы, помогающие специалисту, проводящему анализ, идентифицировать наличие скрытых дефектов) для выявления конкретного типа проблемы.

Выходные данные: Паразитная цепь (канал, хронометраж, показания и обозначения) – скрытое состояние в системе, действия оператора при определенных условиях инициирующее неблагоприятную функцию или подавлять благоприятную функцию.

Преимущества: Идентификация ошибок проектирования.

Недостатки: Различие анализа для электрических цепей, технологических установок, механического оборудования или программных средств, зависимость от правильности древовидных схем.

В.24 Марковский анализ

Область применения: Для анализа ремонтпригодных систем во многих режимах, для систем с различной структурой (ремонтпригодных и неремонтпригодных), для расчета эксплуатационной готовности.

Входные данные: Данные о системе, полном/частичном функционировании, (ухудшение состояния), отказе.

Выходные данные: Оценка вероятностей отказа и/или безотказной работы.

Преимущества: Возможность вычисления вероятностей состояний систем с восстановлением и множественными состояниями деградации.

Недостатки: Предположение о постоянстве вероятностей перехода и наличие только двух возможных состояний элементов системы (отказа и восстановления); предположение, что будущие состояния не зависят от прошлых состояний, за исключением непосредственно предшествующего состояния, то есть статически независимы; невозможность работы без знания операций с матрицами, сложность восприятия персоналом, не имеющим знаний, навыков и опыта.

В.25 Моделирование методом Монте-Карло

Область применения: Для оценки неопределенности финансовых прогнозов, инвестиционных проектов, стоимости, замены персонала.

Входные данные: Хорошо проработанная модель системы, информация о типе входных данных, источниках неопределенности.

Выходные данные: Оценка вероятности установленных состояний и значений выходных величин, для которых установлены границы, соответствующие некоторому уровню доверия, которые не должны быть нарушены.

Преимущества: Адаптация к любому распределению входных данных, включая эмпирические распределения, построенные на основе наблюдений за соответствующими системами, простота, доступность и цена программного обеспечения.

Недостатки: Зависимость точности от количества итераций, ограниченность применения при анализе риска высокий/низкий.

В.26 Байесовский анализ и Сеть Байеса

Область применения: Медицинская диагностика, моделирование изображений, генетика, распознавание речи, экономика, космос и в современных поисковых системах.

Входные данные: Аналогичны данным для модели Монте-Карло.

Выходные данные: Диапазон выходных данных, (при анализе данных для получения точечных оценок и доверительных интервалов); для получения апостериорных распределений, графические представления выходных данных обеспечивают простоту понимания модели, при этом данные могут быть легко изменены для исследования корреляции и чувствительности параметров.

Преимущества: Достаточно знание априорной информации, легкость для понимания; формуле Байеса. использования субъективных оценок.

Недостатки: Определение всех взаимодействий в сетях Байеса для сложных систем не всегда выполнимо; Необходимость знаний множества условных вероятностей, полученных экспертными методами и ПО на экспертных оценках.

В.27 Кривые FN

Область применения: Для отражение уровня риска (линия диапазона , представляющая пару значений вероятности и последствия).

Входные данные: Совокупности пар значений вероятности и последствий; записи и количественные оценки риска.

Выходные данные: График, представляющий риск в диапазоне значений последствий, который можно сравнивать с критериями уровня ущерба.

Преимущества: Информация о риске влияет принятие решений руководством и разработчиком системы.

Недостатки: Не предоставляют информации о диапазоне воздействий, кроме сведений о количестве лиц, подвергшихся воздействию (обычно-гибели); невозможность установления различные способы развития событий. Является методом представления результатов оценки риска; необходимость аналитиков, трудность для восприятия, интерпретации и оценки риска специалистами, не имеющими компетенции.

В.28 Индексы риска

(Метод индексов риска является смешанным методом оценки риска).

Область применения: Для классификации видов риска, связанных с деятельностью, если система хорошо изучена.

Входные данные: Анализ и подробное описание области применения.

Выходные данные: Ряд чисел (комплексных индексов), которые относятся к конкретному источнику и которые можно сравнивать с индексами риска, полученными для других источников той же системы, или которые могут быть смоделированы.

Преимущества: Ранжирование различных рисков, объединение влияющих на уровень риска факторов, в единую балльную оценку.

Недостатки: Не подтвержденная достоверность данных влечет недостоверность результатов отсутствие основополагающая модели, позволяющая определить линейность или нелинейность (например, логарифмический характер) отдельных балльных шкал факторов риска или иной их вид, а также модель объединения факторов.

В.29 Матрица последствий и вероятностей

Область применения: Для ранжирования рисков, их источников и мер по обработке риска на основании уровня риска.

Входные данные: Шкалы последствий и вероятностей, установленные в соответствии с требованиями потребителя, и объединяющая их матрица.

Выходные данные: Класс каждого опасного события или перечень опасных событий с указанием уровня значимости.

Преимущества: относительная простота использования и обеспечение быстрого ранжирования риска по уровням значимости.

Недостатки: Матрица для конкретных обстоятельств, т.к. трудность составить универсальную матрицу для применения в любых обстоятельствах. Сложность установки шкал; субъективность оценщика. Невозможность объединения рисков. Более подробный анализ, больше сценариев, каждый из которых имеет более низкую вероятность и влечет недооценку риска. Способ, которым группируют сценарии при описании риска, должен быть единообразным и быть определен в начале исследования.

В.30 Анализ эффективности затрат (анализ "затрат и выгод")

Область применения: Для выбора между различными решениями, связанными с риском.

Входные данные: Информацию о затратах и выгодах для соответствующих причастных сторон и об оценке этих затрат и выгод.

Выходные данные: информация об относительных затратах и выгодах при различных вариантах решений или действий.

Преимущества: Сравнение затраты и выгоды, используя единые метрические единицы (деньги). Прозрачность принятия решения.

Недостатки: Зависимость результатов от методов определения, сложность определения ставки дисконта, сложность оценки выгод для большой группы населения если они связаны с пользой для общества. Метод не подходит для рассмотрения риска, затрагивающего будущие поколения, если установлены очень низкие или нулевые ставки дисконта.

В.31 Мультикритериальный анализ решений (MCDA)

Область применения: Для сравнения нескольких вариантов решения при первичном анализе и при наличии иногда противоречивых критериев.

Входные данные: Набор вариантов решений для проведения анализа. Критерии на поставленных целях, одинаково применяются ко всем вариантам решений.

Выходные данные: Результаты ранжирования вариантов по убыванию предпочтений. Если в процессе анализа была составлена матрица, то варианты, не соответствующие особо значимым критериям, могут быть исключены.

Преимущества: Простая структура эффективного принятия решений и представления предположений и выводов; решение сложных проблем, решение которых невозможно с помощью анализа эффективности затрат; достижение компромисса.

Недостатки: Влияние предвзятого и неполного выбора критериев для принятия решения отсутствие окончательного/однозначного решения. Алгоритмы расчета могут скрывать идеологическую основу принятия решения.

Методы оценки риска

**ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска.
Методы оценки риска**

Оценка риска обеспечивает:

- понимание потенциальных опасностей и воздействия их последствий на достижение установленных целей организации;
- получение информации, необходимой для принятия решений;
- понимание опасности и ее источников;
- идентификацию ключевых факторов, формирующих риск, уязвимых мест организации и ее систем;
- возможность сравнения риска с риском альтернативных организаций, технологий, методов и процессов;

- обмен информацией о риске и неопределенностях;
- информацию, необходимую для ранжирования риска;
- предотвращение новых инцидентов на основе исследования последствий произошедших инцидентов;
- выбор способов обработки риска;
- соответствие правовым и обязательным требованиям;
- получение информации, необходимой для обоснованного решения о принятии риска в соответствии с установленными критериями;
- оценку риска на всех стадиях жизненного цикла продукции.

Таблица 1 - Характеристика применимости методов оценки риска
(SA – строго применим, A – применим, NA – не применим)

[Наименование метода]	Процесс оценки риска				
	Идентификация риска	Анализ риска			Сравнительная оценка риска
		Последствие	Вероятностные характеристики	Уровень риска	
Мозговой штурм	SA	NA	NA	NA	NA
Структурированные или частично структурированные интервью	SA	NA	NA	NA	NA
Метод Дельфи	SA	NA	NA	NA	NA
Контрольные листы	SA	NA	NA	NA	NA
Предварительный анализ опасностей (PHA)	SA	NA	NA	NA	NA
Исследование опасности и работоспособности (HAZOP)	SA	SA	A	A	A
Анализ опасности и критических контрольных точек (HACCP)	SA	SA	NA	NA	SA
Оценка токсикологического риска	SA	SA	SA	SA	SA
Структурированный анализ сценариев методом «что, если?» (SWIFT)	SA	SA	SA	SA	SA
Анализ сценариев	SA	SA	A	A	A

Анализ воздействия на бизнес (BIA)	A	SA	A	A	A
Анализ первопричины (RCA)	NA	SA	SA	SA	SA
Анализ видов и последствий отказов (FMEA)	SA	SA	SA	SA	SA
Анализ дерева несправностей (FTA)	A	NA	SA	A	A
Анализ дерева событий (ETA)	A	SA	A	A	NA
Анализ причин и последствий	A	SA	SA	A	A
Причинно-следственный анализ	SA	SA	NA	NA	NA
Анализ уровней защиты (LOPA)	A	SA	A	A	NA
Анализ дерева решений	NA	SA	SA	A	A
Анализ влияния человеческого фактора (HRA)	SA	SA	SA	SA	A
Анализ «галстук-бабочка»	NA	A	SA	SA	A
Техническое обслуживание, направленное на обеспечение надежности	SA	SA	SA	SA	SA
Анализ скрытых дефек-	A	NA	NA	NA	NA

тов (SA)					
Марковский анализ	A	SA	NA	NA	NA
Моделирование методом Монте-Карло	NA	NA	NA	NA	SA
Байесовский анализ и сети Байеса	NA	SA	NA	NA	SA
Кривые FN	A	SA	SA	A	SA
Индексы риска	A	SA	SA	A	SA
Матрица последствий и вероятностей	SA	SA	SA	SA	A
Анализ эффективности затрат (CBA)	A	SA	A	A	A
Мультикритериальный анализ решений (MCDA)	A	SA	A	SA	A

1. Анализ видов и последствий отказов и анализ видов, последствий и критичности отказов

Анализ видов и последствий отказов (**FMEA** - Failure Mode Effect Analysis)) является методом, используемым для идентификации способов отказа **компонентов, систем или процессов**, которые могут привести к невыполнению их назначенной функции.

Расширенной версией метода **FMEA** является **FMECA**, позволяющий оценить критичность и значимость каждого идентифицированного вида отказа.

Критичность отказа - это совокупность признаков, характеризующих последствия отказа.

2. Анализ дерева неисправностей

Анализ дерева неисправностей (**FTA**- Fault Tree Analysis) - метод идентификации и анализа факторов, которые могут способствовать возникновению исследуемого нежелательного события (называемого конечным событием).

Символы



Логический элемент «И» – отказ произойдет, если все события на входе истинны



Логический элемент «ИЛИ» – отказ произойдет, если любое из событий на входе истинно



Базовое событие – дальнейший анализ нецелесообразен



Событие далее не анализируют



Событие подлежит дальнейшему анализу



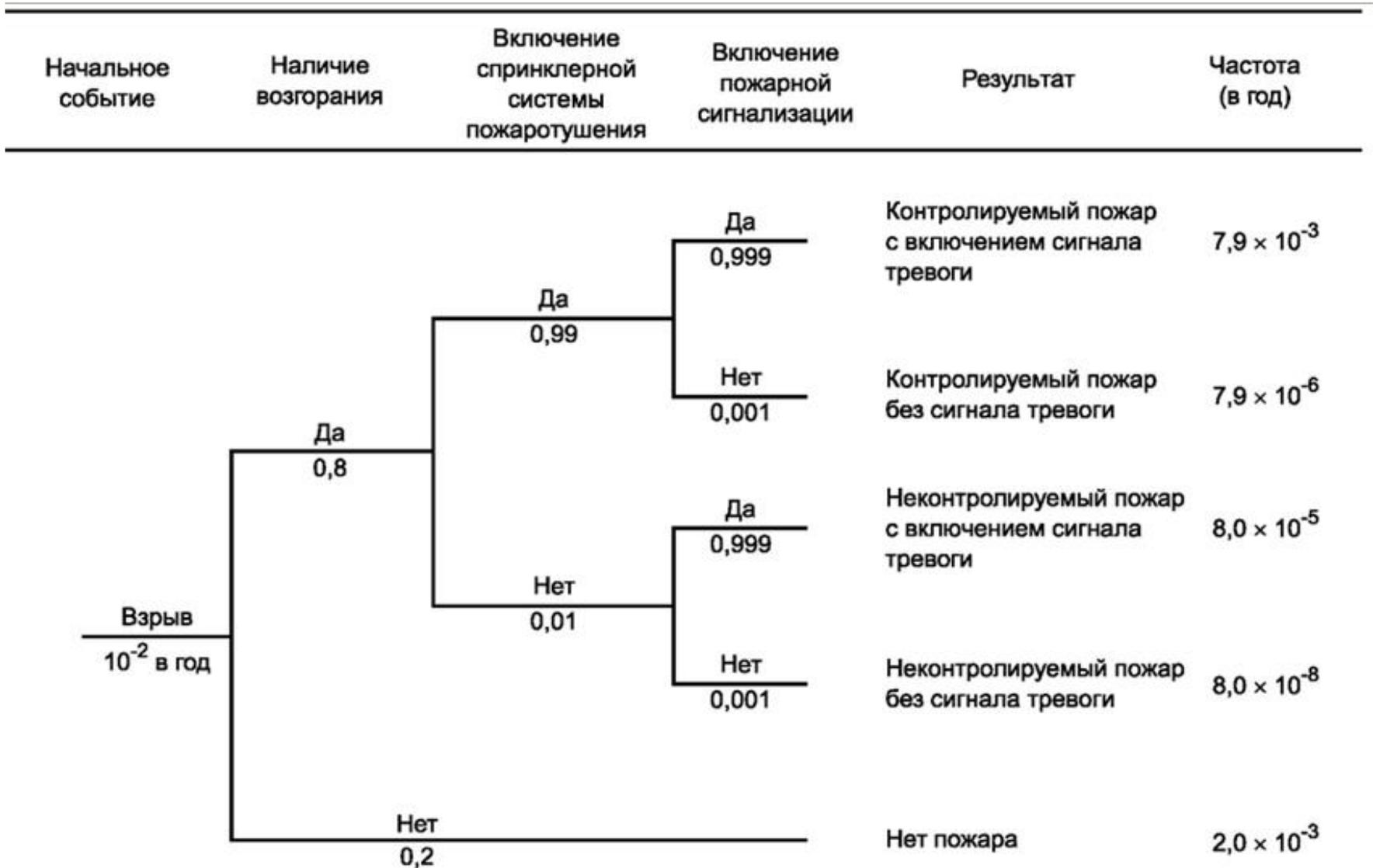
Анализ события приведен на другой странице или в другом месте



Пример метода "Анализ дерева неисправностей"

3. Анализ дерева событий

Метод (**ETA**-Event Tree Analysis) является графическим методом представления взаимоисключающих последовательностей событий, следующих за появлением исходного события, в соответствии с функционированием и нефункционированием систем, разработанных для смягчения последствий опасного события

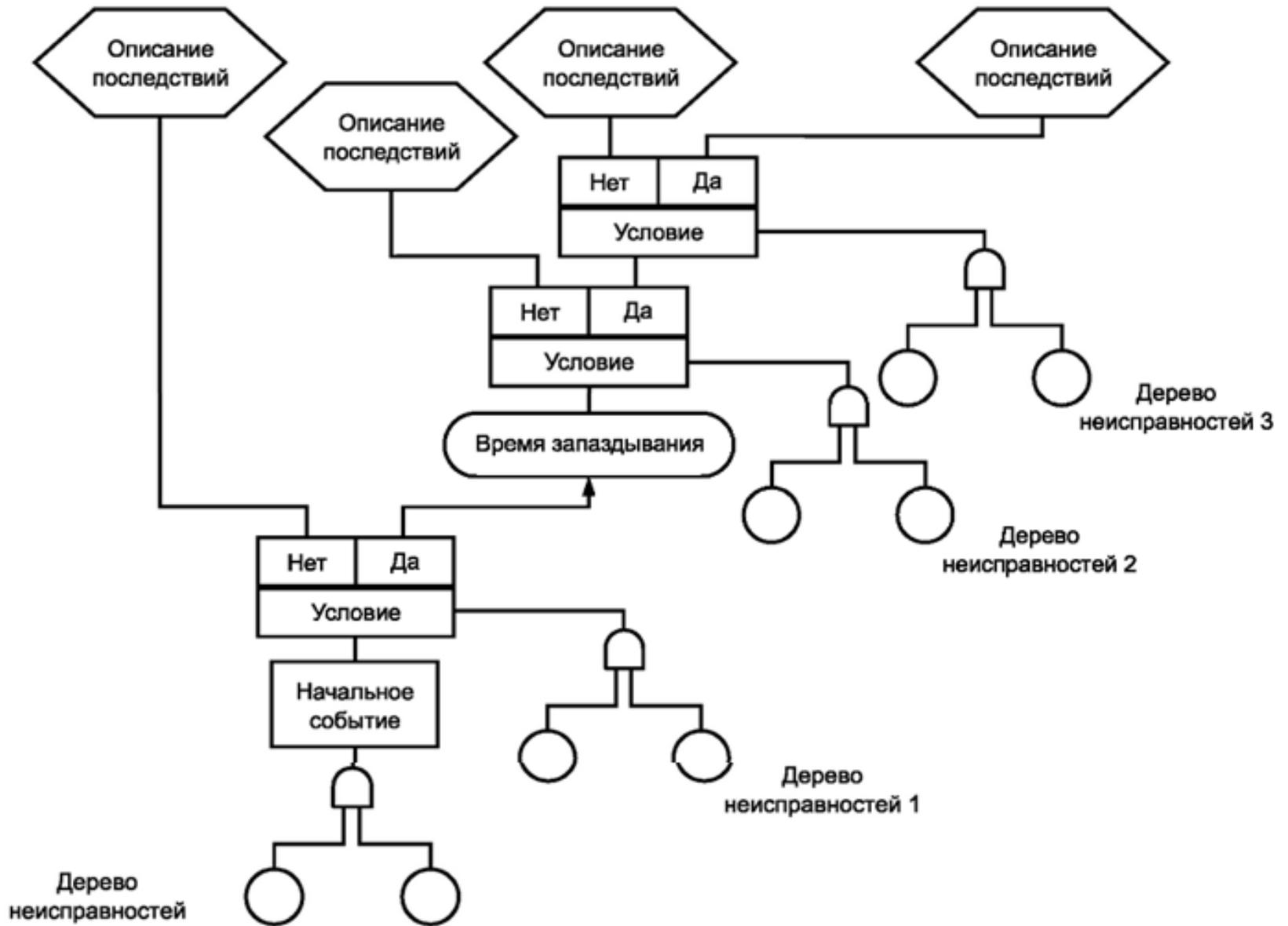


Пример метода "Анализ дерева событий"

4. Анализ причин и последствий

Анализ причин и последствий является сочетанием методов **дерева неисправностей** и **дерева событий**.

Данный метод начинают с рассмотрения критического события и анализа его последствий посредством применения сочетания логических элементов **ДА/НЕТ**.



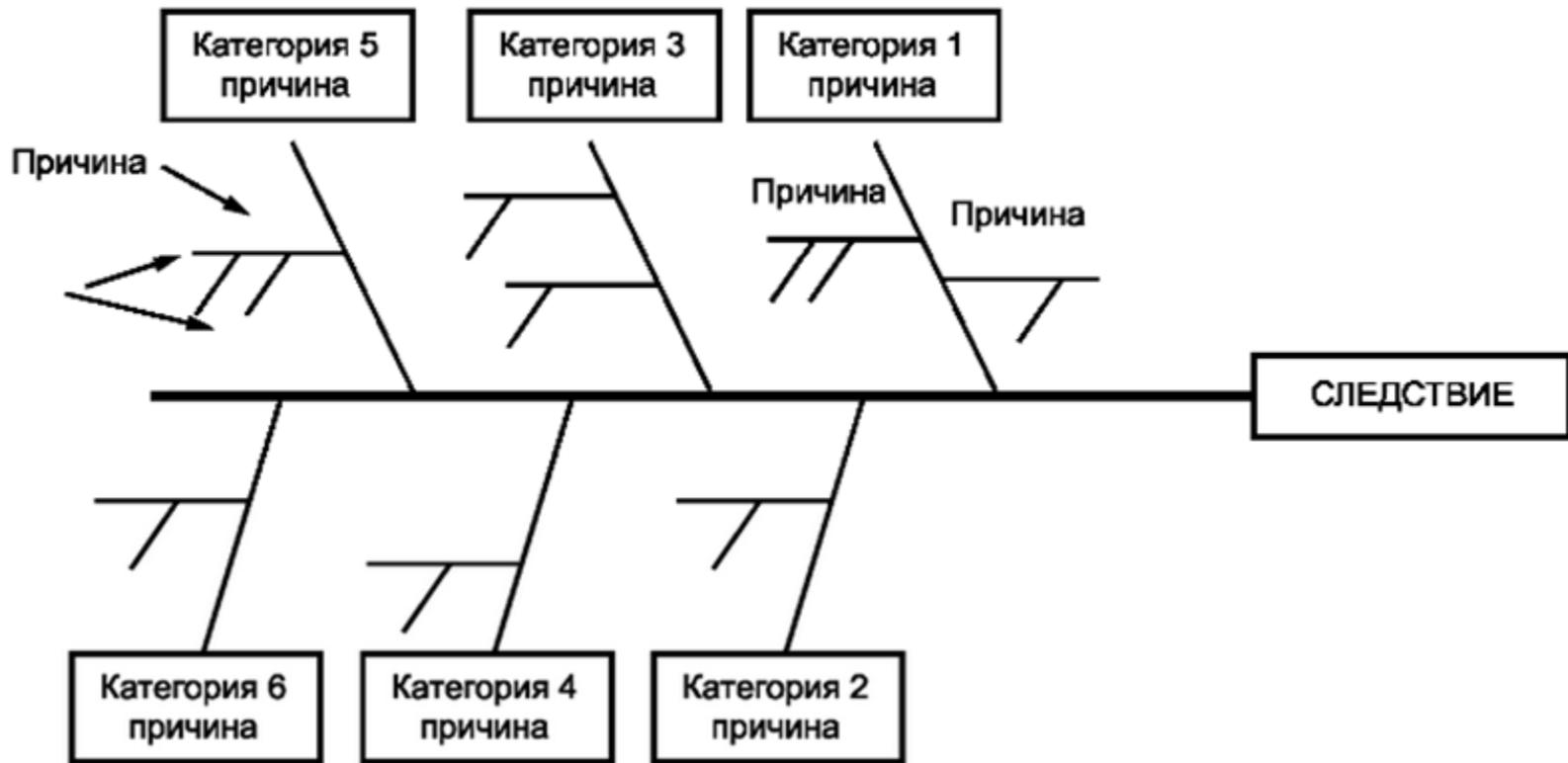
Пример анализа причин и последствий

5. Причинно-следственный анализ

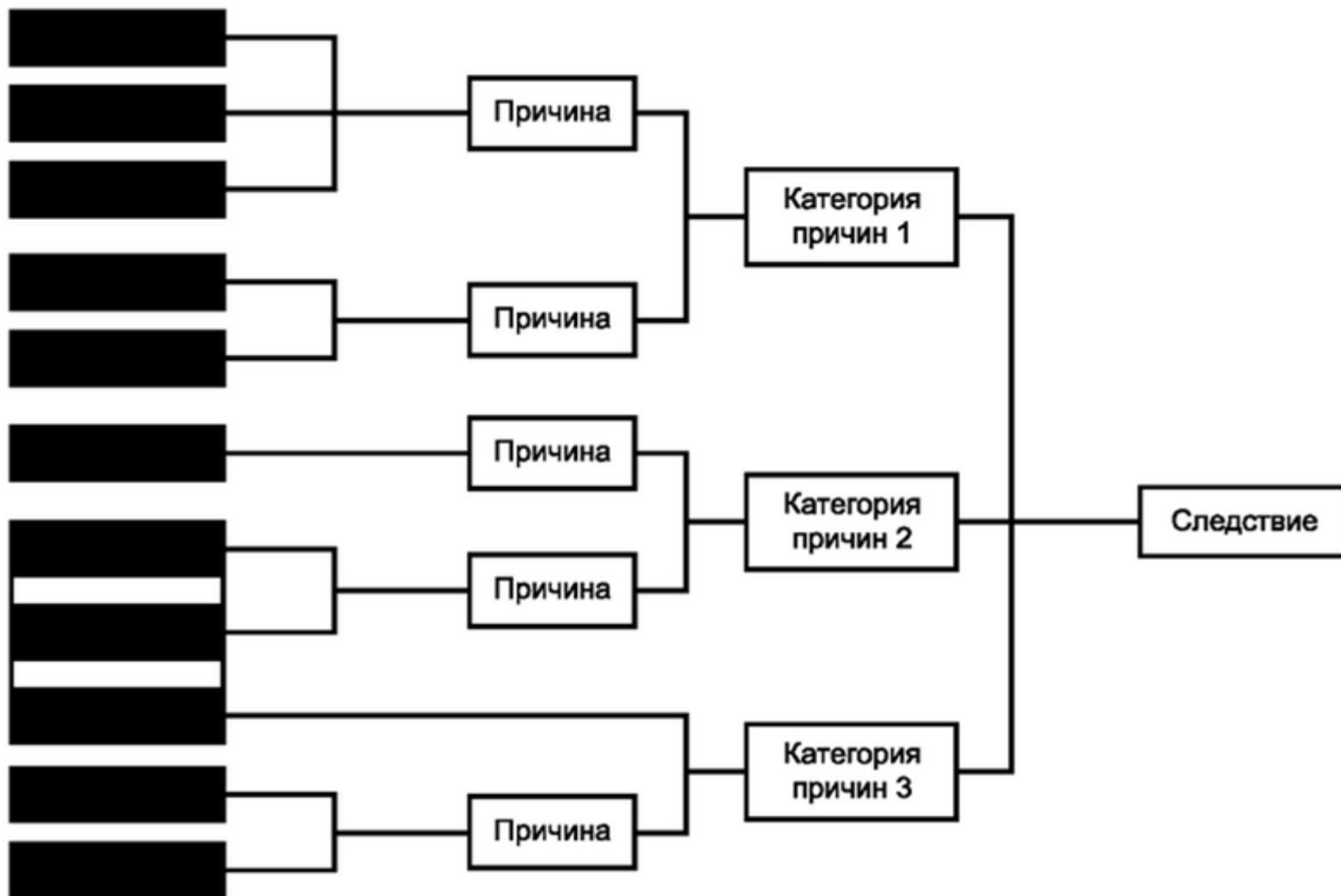
Причинно-следственный анализ является структурированным методом идентификации возможных причин нежелательного события или проблемы.

Данный метод позволяет скомпоновать возможные причинные факторы в обобщенные категории так, чтобы можно было исследовать все возможные гипотезы.

Информацию представляют в виде диаграммы «рыбьего скелета» (метод также называют диаграммой Исикавы) или в виде древовидной схемы.



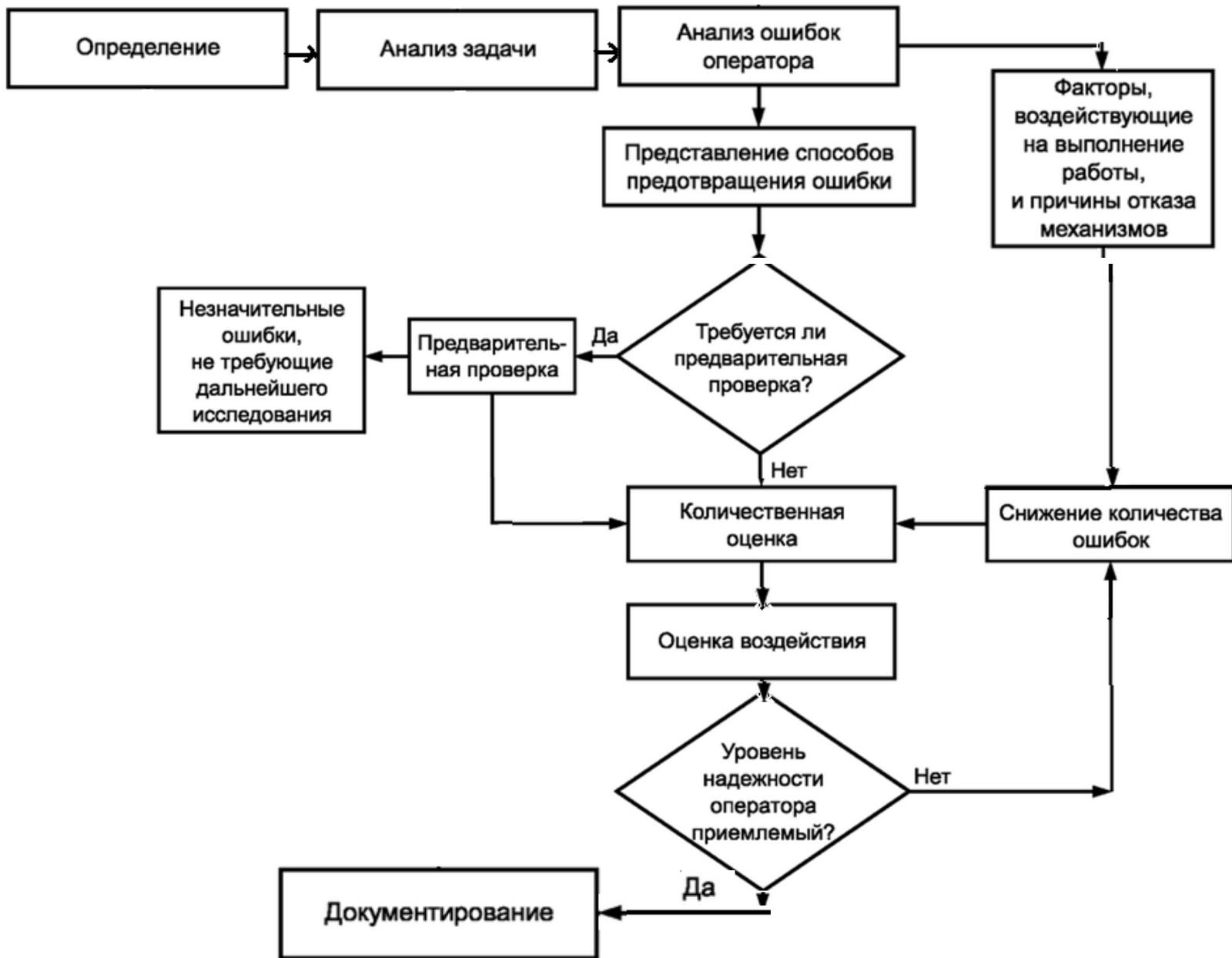
Пример диаграммы Исикавы, или «рыбьего скелета»



Пример представления причинно-следственного анализа в виде древовидной структуры

6. Анализ влияния человеческого фактора

Метод (HRA - Human Reliability Assessment) применяют для оценки влияния действий человека, в том числе ошибок оператора, на работу системы.



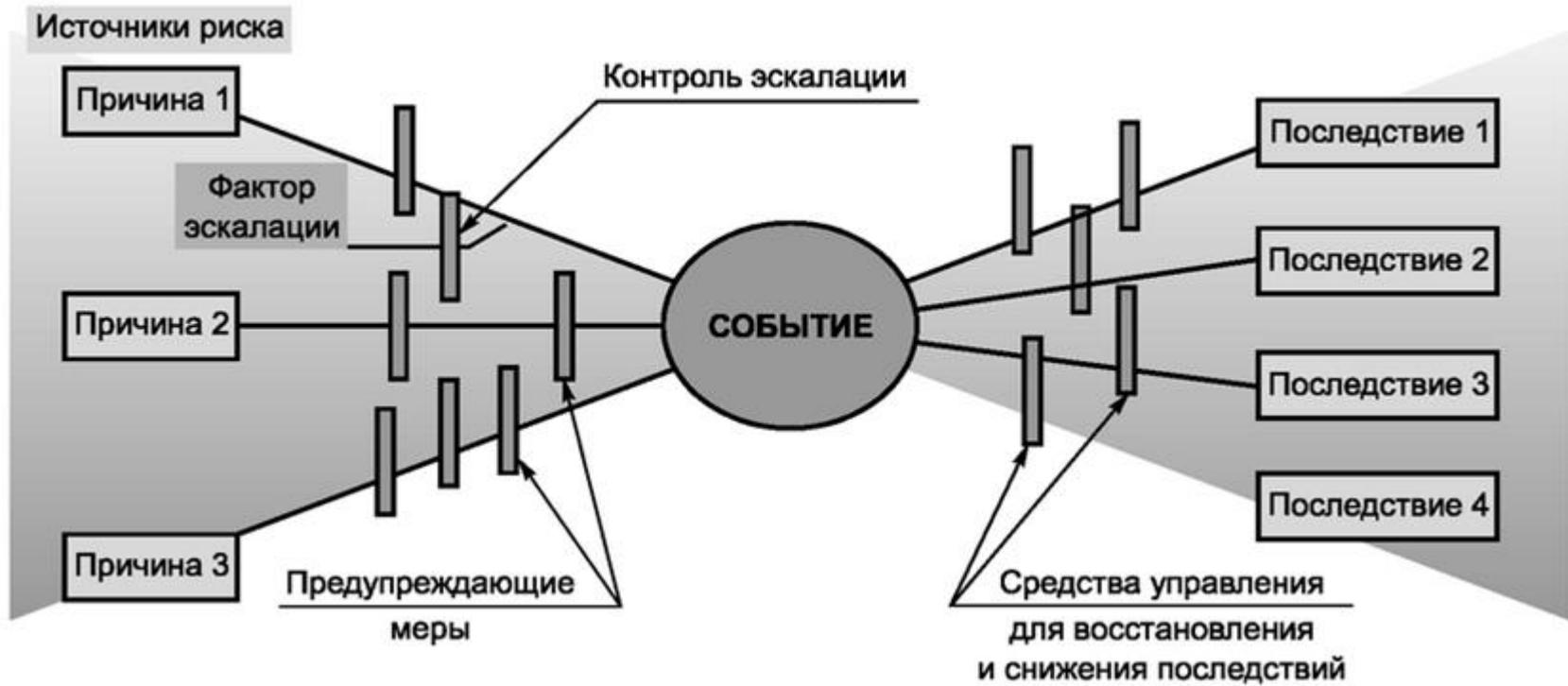
Пример анализа влияния человеческого фактора

7. Анализ «галстук-бабочка»

Анализ «галстук-бабочка» представляет собой схематический способ описания и анализа пути развития опасного события от причин до последствий.

Метод сочетает исследование причин события с помощью дерева неисправностей и анализ последствий с помощью дерева событий.

Основное внимание метода «галстук-бабочка» сфокусировано на барьерах между причинами и опасными событиями и опасными событиями и последствиями.



Пример диаграммы