
Основы анализа и оценки техногенного риска

Лекция № 7 (ЗР)

Лекция № 7 (ЗР)

Методологические основы оценки и анализа риска

Цель: Рассмотреть методику и основные методы анализа риска

Учебные вопросы:

1. Основные этапы анализа риска.
 2. Концепции и характеристики методов оценки рисков.
 3. Методы экспертных оценок - «Что будет, если..?», Проверочного листа, Контрольных карт, метод Делфи .
 4. Методы анализа отказов и опасности - АВПО, АВПКО и АОР.
 5. Графоаналитические методы анализа – «Дерево отказов» и «Дерево событий»
-

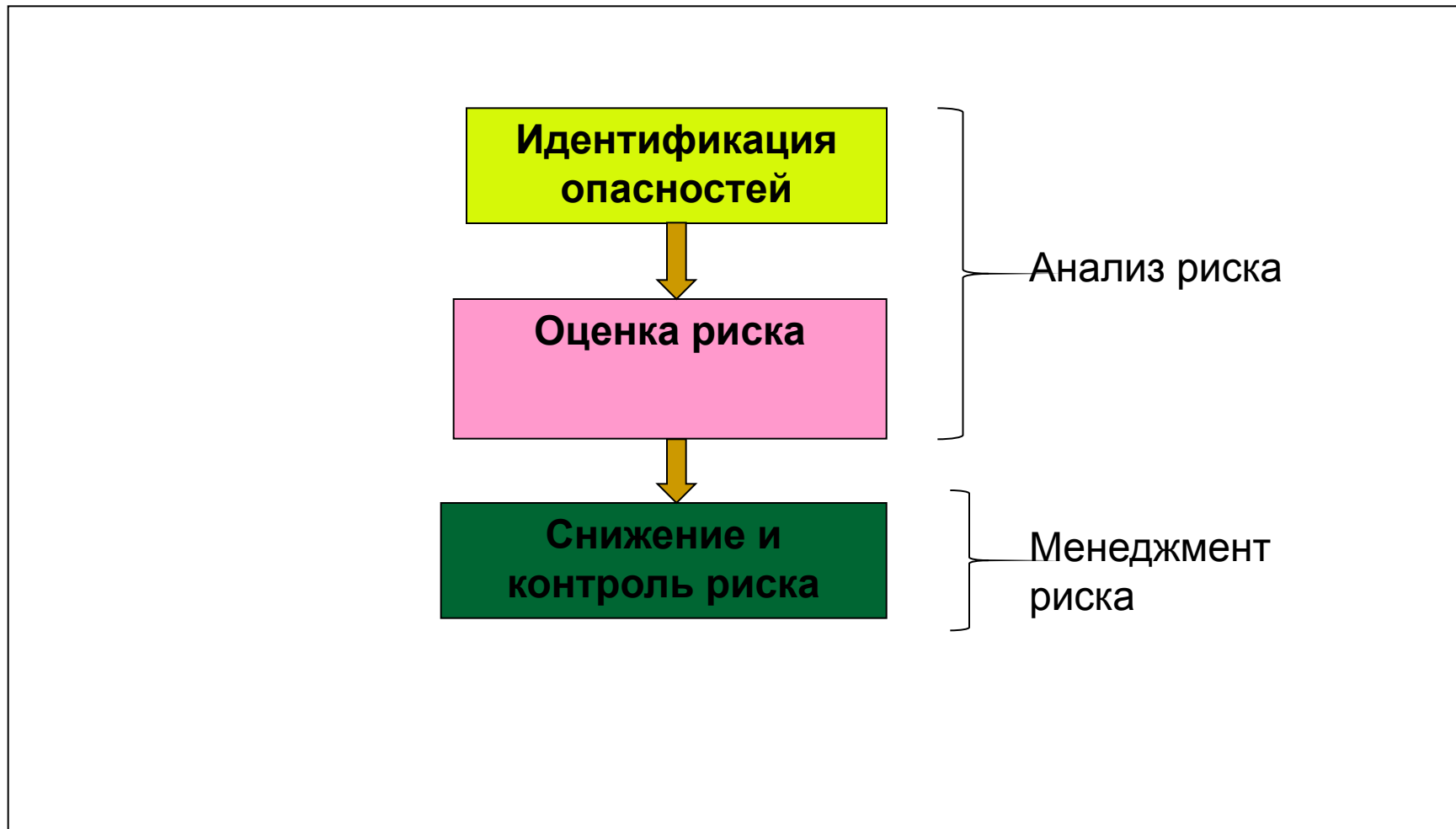
1. Основные этапы анализа риска.

Анализ риска - систематические научные исследования и практическая деятельность, направленные на выявление и количественное определение характеристик риска, его оценку и сопоставление с критериями в целях определения приемлемости анализируемого риска и выработки приоритетов управления.

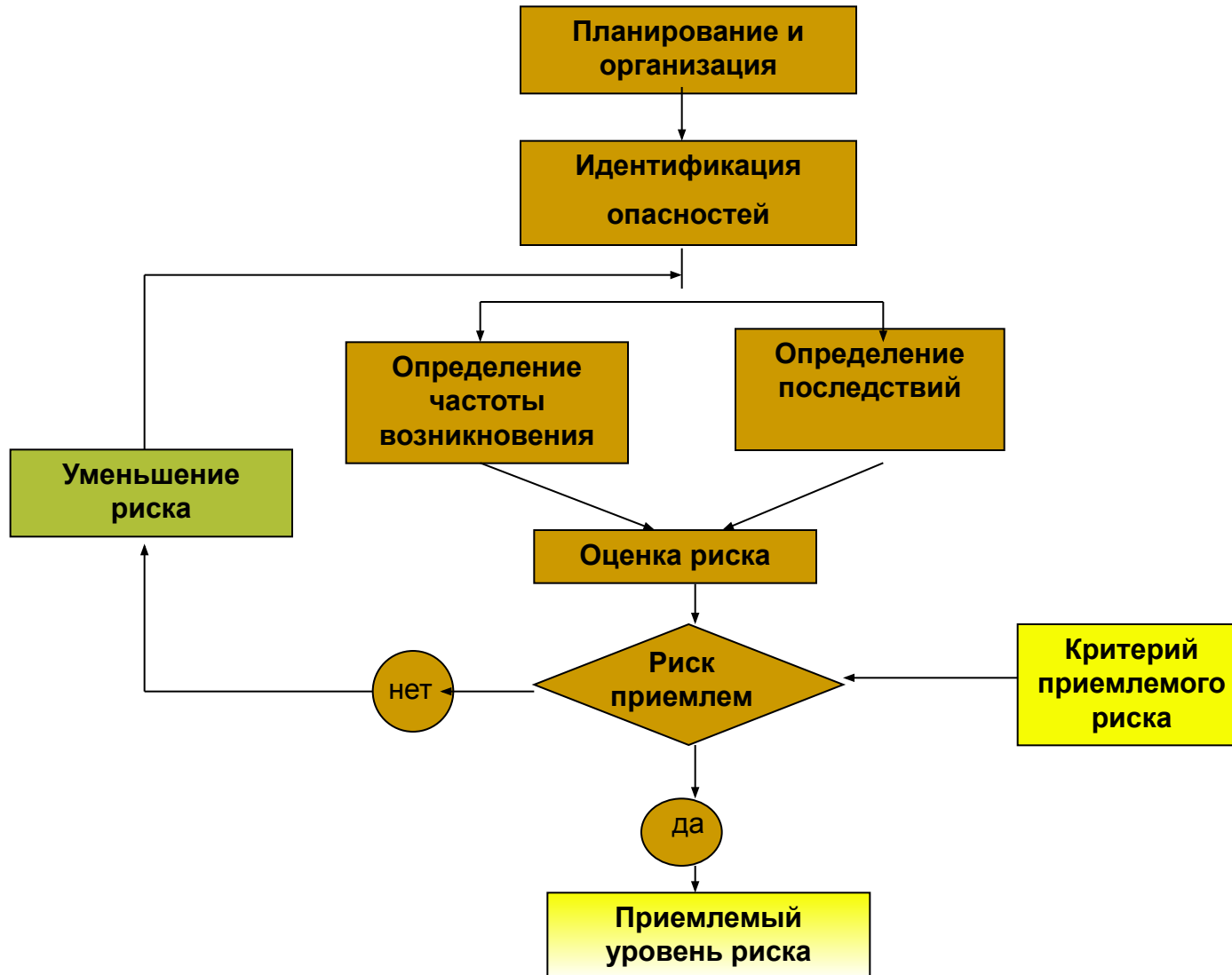
Анализ рисков является основополагающим элементом основы страховой защиты, причем риск здесь является не случайным событием, а юридически обоснованным условием, составляющим норму договорно-страхового права.

РД 03-418-01 Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов

Укрупненная схема анализа риска



Блок-схема анализа техногенного риска



Основные этапы анализа риска.

- Планирование и организация работ
 - Идентификация опасности
 - Оценка риска
 - Разработка рекомендаций по уменьшению риска
-

Планирование и организация работ

- ❑ общее описание ОПО
- ❑ причины проведения анализа риска
- ❑ подобрать группу исполнителей для проведения анализа риска
- ❑ определить и описать источники информации об ОПО
- ❑ указать ограничения исходных данных, финансовых ресурсов, определяющих глубину, полноту и детали проведения анализа риска
- ❑ определить цели и задачи проведения анализа риска
- ❑ обосновать используемые методы анализа риска
- ❑ определить критерии приемлемого риска

Идентификация опасности

Задачи : выявление и четкое описание всех источников опасностей и путей их реализации

Результатом идентификации опасности являются:

- перечень нежелательных событий;
- описание источников опасности, факторов риска, сценариев возможных аварий;
- предварительные оценки опасности и риска.

Варианты дальнейших действий :

- прекратить дальнейший анализ ввиду незначительности опасностей;
- проведение более детального анализа;
- выработка предварительных рекомендаций по уменьшению опасностей.

Оценка риска

Основные задачи :

- определение частот возникновения нежелательных событий
- оценка последствий
- обобщение оценок риска

Для определение частот возникновения нежелательных событий используются :

- статистические данные по аварийности и надежности технологических систем;
- логические методы анализа "дерево событий", "дерево отказов", имитационные модели;
- экспертные оценки.

Оценка последствий включает :

- анализ воздействий на людей, имущество и окружающую среду;
- анализ физических эффектов нежелательных событий (отказы, разрушения, пожары, взрывы, выбросы).

При обобщении оценок риска основывается на результатах:

- интегрирование показателей рисков всех нежелательных событий;
- анализа неопределенности и точности полученных результатов;
- анализа соответствия условий эксплуатации требованиям пром безопасности и критериям приемлемого риска.

Разработка рекомендаций по уменьшению риска

Заключительный этап – представляются обоснованные меры по уменьшению риска

Меры по уменьшению риска – технический и организационный характер

Приоритеты :

- Меры по уменьшению вероятности возникновения аварийной ситуации;
- Меры по уменьшению тяжести последствий аварии :
 - меры, предусматриваемые при проектировании ОПО
 - меры, относящиеся к системам противоаварийной защиты и контроля
 - меры, касающиеся готовности к локализации последствий аварий

2. Концепции и характеристики методов оценки рисков

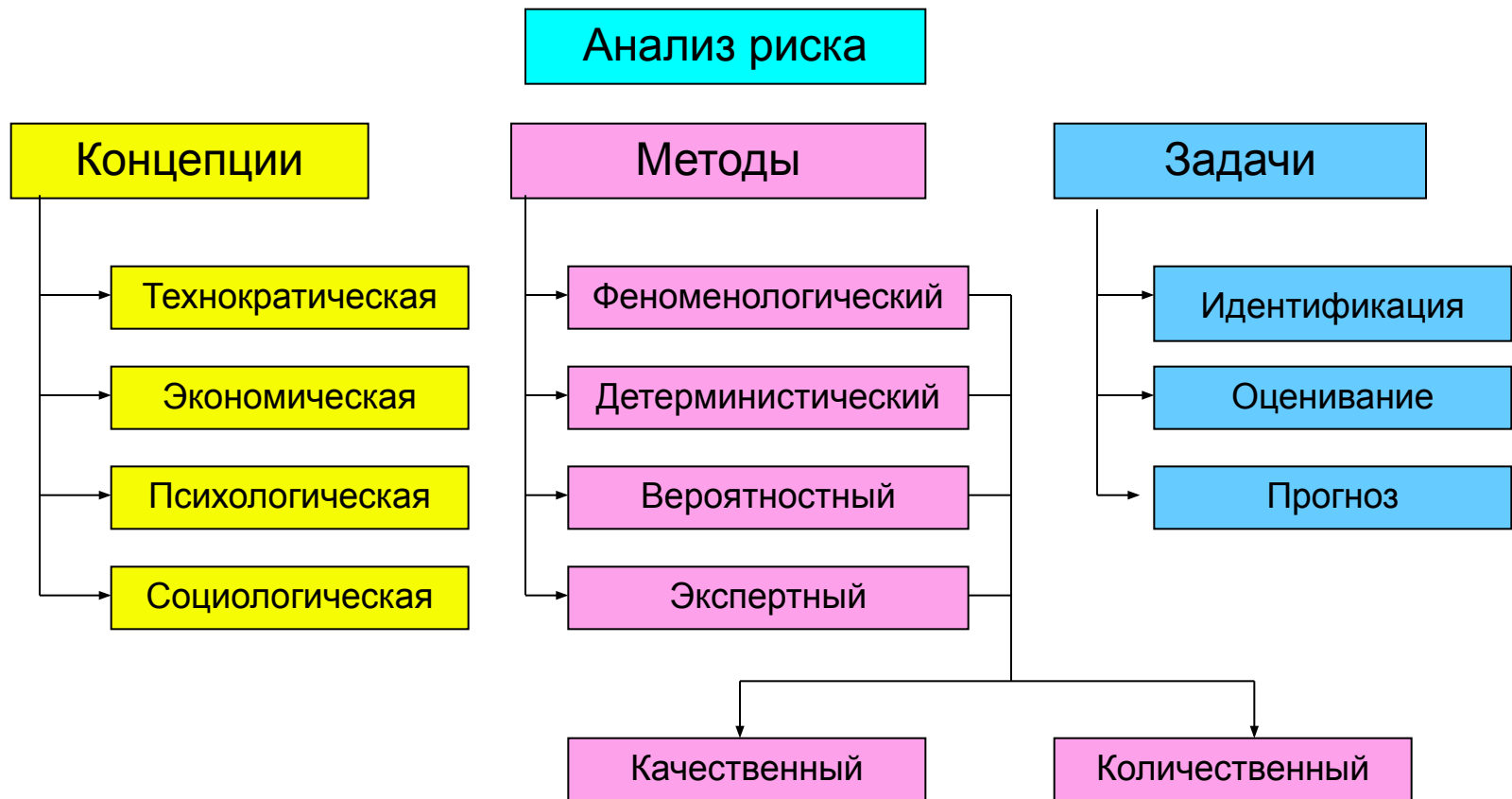


Рисунок 6.2 Методический аппарат анализа риска

Концепции анализа и оценки рисков

- **Технократическая (техническая) концепция**, основанная на анализе относительных частот возникновения опасных событий как способе задания их вероятностей.
- **Экономическая концепция**, в рамках которой анализ риска рассматривается как часть более общего затратно-прибыльного исследования.
- **Психологическая концепция** концентрируется вокруг исследований межиндивидуальных предпочтений.
- **Социологическая (культурологическая) концепция** основана на социальной интерпретации нежелательных последствий с учетом групповых ценностей и интересов.

Методы анализа риска

- **Феноменологический метод** базируется на определении возможности или невозможности протекания аварийных процессов, исходя из результатов анализа необходимых и достаточных условий, связанных с реализацией тех или иных законов природы.
- **Детерминистический метод** предусматривает анализ последовательности этапов развития аварий, начиная от исходного события, через последовательность предполагаемых стадий отказов, деформаций и разрушения компонентов до установившегося конечного состояния системы.
- **Вероятностный метод** анализ риска содержит как оценку вероятности (частоты) возникновения аварии, так и расчет относительных вероятностей того или другого пути развития процессов.
- **Экспертные методы** (методы экспертных оценок) основаны на использовании знаний и опыта экспертов – высококвалифицированных специалистов в рассматриваемой области деятельности.

3. Экспертные методы анализа риска

Экспертные (от лат. expertus – опытный) методы оценки и анализа риска целесообразно использовать в тех случаях, когда отсутствуют не только статистические данные по аварийности объекта, но и математические модели.

Сущность экспертных методов оценки показателей риска заключается в том, что экспертам предлагают ответить на вопросы о состоянии или будущем поведении объектов.

Основными видами опроса являются:

- анкетирование,
- интервьюирование,
- мозговой штурм (мозговая атака),
- дискуссия,
- метод Делфи.

3. Экспертные методы анализа риска

Метод	Оценка
«Что будет если ?» «What – If»	Перечень вопросов и ответов о соответствии ОПО требованиям пром. безопасности. Применяется на начальных этапах анализа риска
Проверочного листа Check-list	Перечень вопросов и ответов о соответствии ОПО требованиям пром. безопасности – более обширная информация с привлечением операторов и персонала
Метод контрольных карт (Control Cards)	Позволяет визуально контролировать соответствующие переменные параметры процесса и определять появление систематических отклонений.

3.1. Что будет, если..?

Пример заполнения таблицы

Что будет, если	Последствия, опасность	Средства защиты	Рекомендации
Прекратится подача электроэнергии на насос вещества А ?	Прекратится подача вещества А в реактор, концентрация вещества В превысит концентрацию вещества А, возникает угроза взрыва	Отключение насоса В, звуковая сигнализация	Поставить второй насос, автоматически включающийся при выключении насоса подачи вещества А

3.2. Метод Делфи

Метод	Оценка
Метод Дельфи	Предусматривает возможность проведения опросов в несколько туров с сообщением результатов каждого тура экспертам, работающим инкогнито по отношению друг к другу.

3.2. Метод Делфи

- Степень согласия группы экспертов при этом оценивается с помощью коэффициента конкордации:

$$W = 12 \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} - \frac{1}{2} m(n+1) \right] / m^2(n^3 - n)$$

где m – число экспертов; n – число объектов ранжирования; x_{ij} – ранг, присвоенный i -му фактору (объекту ранжирования) j -м экспертом.

Коэффициент W изменяется от 0 до 1. Если мнения экспертов полностью противоположны, $W = 0$; при $W = 1$ все эксперты одинаково ранжируют объекты по данному признаку. Приемлемое значение коэффициента конкордации составляет величину $W = 0,5$ и более при доверительном уровне вероятности 0,995.

3.3. Методы анализа отказов и опасности

Метод	Оценка
Анализ видов и последствий отказов (АВПО) ГОСТ Р 27.310	Рассмотрение каждого аппарата (установки, блока, изделия) или составной части системы на предмет того, как он стал неисправным и какое было бы воздействие отказа на технич. систему.
Анализ видов, последствий и критичности отказов (АВПКО)	Каждый вид отказа ранжируется с учетом вероятности (частоты) и тяжести последствий отказов. Результат анализа представляется в виде таблицы с перечнем оборудования, видов и причин возможных отказов, с частотой, последствиями, критичностью и рекомендациями
Анализ опасности и работоспособности (АОР)	Исследуются опасности отклонений технологических параметров от регламентных режимов. Определяются возможные отклонения, причины и указания по их недопущению. Результат - на специальных технологических листах.

4. Графоаналитические методы анализа риска

Метод	Оценка
Анализ «дерева отказов»	Логико-графический метод – используется для анализа возможных причин возникновения аварийной ситуации и расчета ее частоты.
Анализ «дерева событий»	Логико-графический метод – используется для анализа развития аварийной ситуации


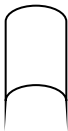
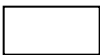

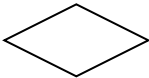
4.1. Метод «Дерево отказов»

- Дерево отказов (дерево аварий) представляет собой сложную графологическую структуру, лежащую в основе словесно-графического способа анализа возникновения аварии из последовательностей и комбинаций, и неисправностей, и отказов элементов системы.
- Деревья отказов идентифицируют событие или ситуацию, создающие риск, после чего ставится вопрос: как могло возникнуть такое событие?
- Практическая полезность дерева отказов зависит от тщательности оценки верхнего события.

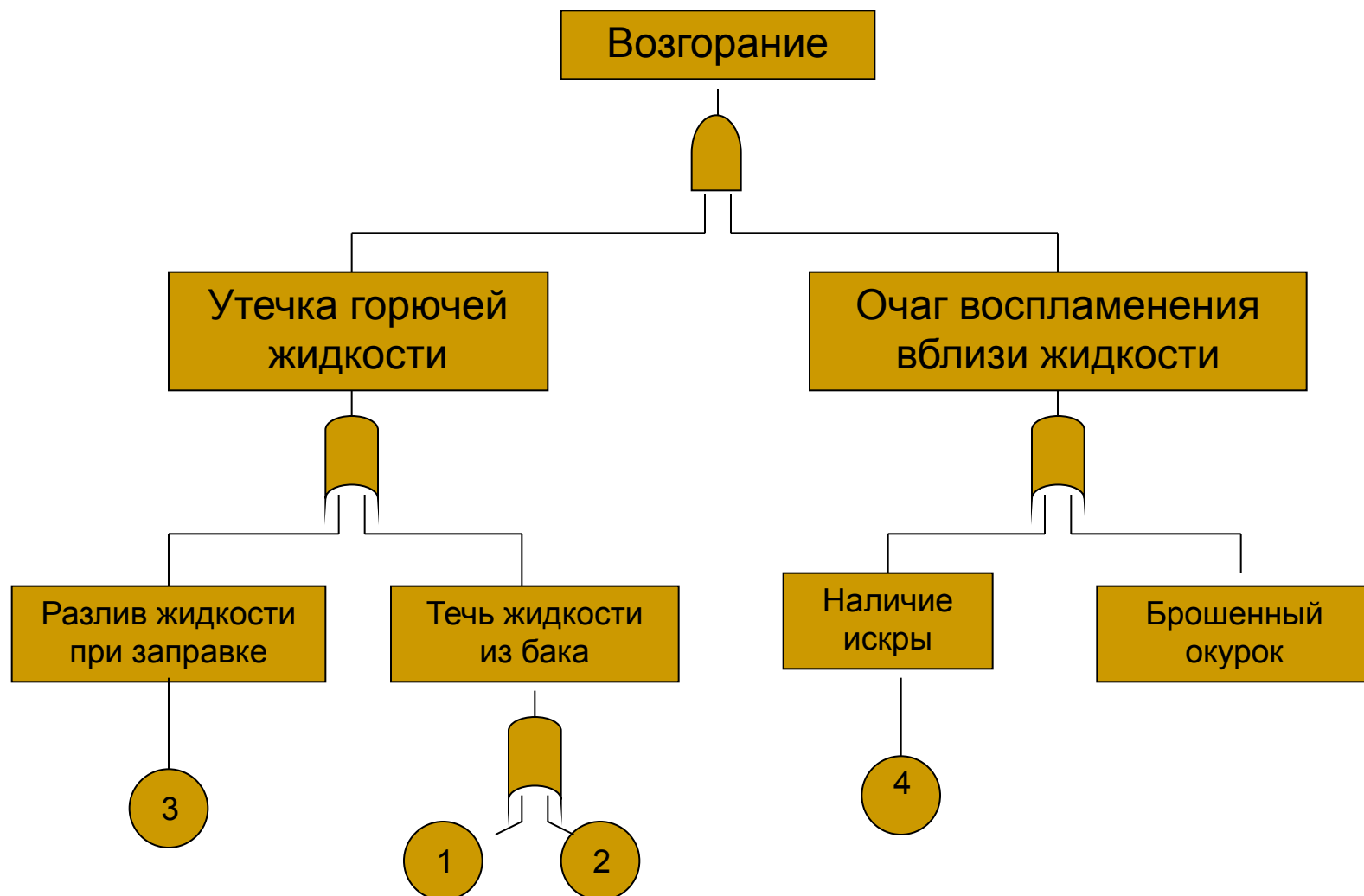
Методика построения дерева отказа

1. Определяют аварийное событие, которое образует вершину дерева. Данное событие четко формулируют, дают признаки его точного распознавания.
2. Используя стандартные символы событий и логические символы, дерево строят в соответствии со следующими правилами:
 - конечное (аварийное) событие помещают вверху;
 - дерево состоит из последовательности событий, которые ведут к конечному событию;
 - последовательности событий образуются с помощью логических символов *И*, *ИЛИ* и др.;
 - событие над логическим символом помещают в прямоугольнике, а само событие описывают в этом прямоугольнике;
 - первичные события (исходные причины) располагают снизу.
3. Определяют минимальные аварийные сочетания и минимальную траекторию для построения дерева
4. Квалифицированные эксперты проверяют правильность построения дерева.
5. Качественно и количественно исследуют дерево аварий с помощью выделенных минимальных аварийных сочетаний и траекторий.

Таблица 6.1 - Стандартные символы событий и логические символы, применяемые при построении деревьев отказов

Вид	Наименование	Описание
	Схема И (совмещение)	Выходной сигнал V появляется только тогда, когда поступают все входные сигналы A_i ($A_1 \ A_2 \ \dots \ A_n$) $\Rightarrow V$ (логическое умножение) $A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \dots = V$ $P_{\text{вых}} = P_1 P_2 P_3 \dots P_n$
	Схема ИЛИ (объединение)	Выходной сигнал V появляется при поступлении любого одного или большего числа сигналов A_i ($A_1 \ A_2 \ \dots \ A_n$) $\Rightarrow V$ (объединяются по принципу логического сложения) $A_1 + A_2 + A_3 \dots = V$ $P_{\text{вых}} = 1 - \prod(1 - P_{\text{вх}i})$
	Результирующее событие	Результат конкретной комбинации отказов на входе логической схемы
	Первичный отказ	
	Неполное событие	Отказ (неисправность), причины которого выявлены не полностью, например из-за отсутствия информации

«Дерево отказов» при возникновении пожара



Исходные события для дерева отказов

№ п/п	Исходные события	Вероятность события, P_i
1	Течь бака в результате некачественной пайки шва	0,005
2	Течь бака в результате трещины	0,002
3	Отказ расходомера	0,003
4	Неисправность выключателя (искрение контактов)	0,006

4.2. Метод «Дерево событий»

Дерево событий обычно рисуется слева направо и начинается с исходного события. Этим исходным событием является любое событие, которое может привести к отказу какой-либо системы или компонента.

Методология дерева событий дает возможность:

- описать сценарии аварий с различными последствиями от различных исходных событий;
- определить взаимосвязь отказов систем с последствиями аварии;
- сократить первоначальный набор потенциальных аварий и ограничить его лишь логически значимыми авариями;
- идентифицировать верхние события для анализа дерева отказов.

«Дерево событий»

Разрыв трубы	Работоспособность системы энергоснабжения	Срабатывание системы аварийного охлаждения	Срабатывание системы удаления продуктов деления	Сохранение целостности защитной оболочки	Авария	Финальная вероятность
			S3		нет	0,1998
		S2	0,2	S4	нет	0,794
		0,999		0,995		
			H3	H4	да	0,004
	S1		0,8	0,005		
H0	0,999	H2			да	0,001
	H1 0,001	0,001			да	0,001

«Дерево событий» развития аварии при разрыве нефтетрубопровода.

