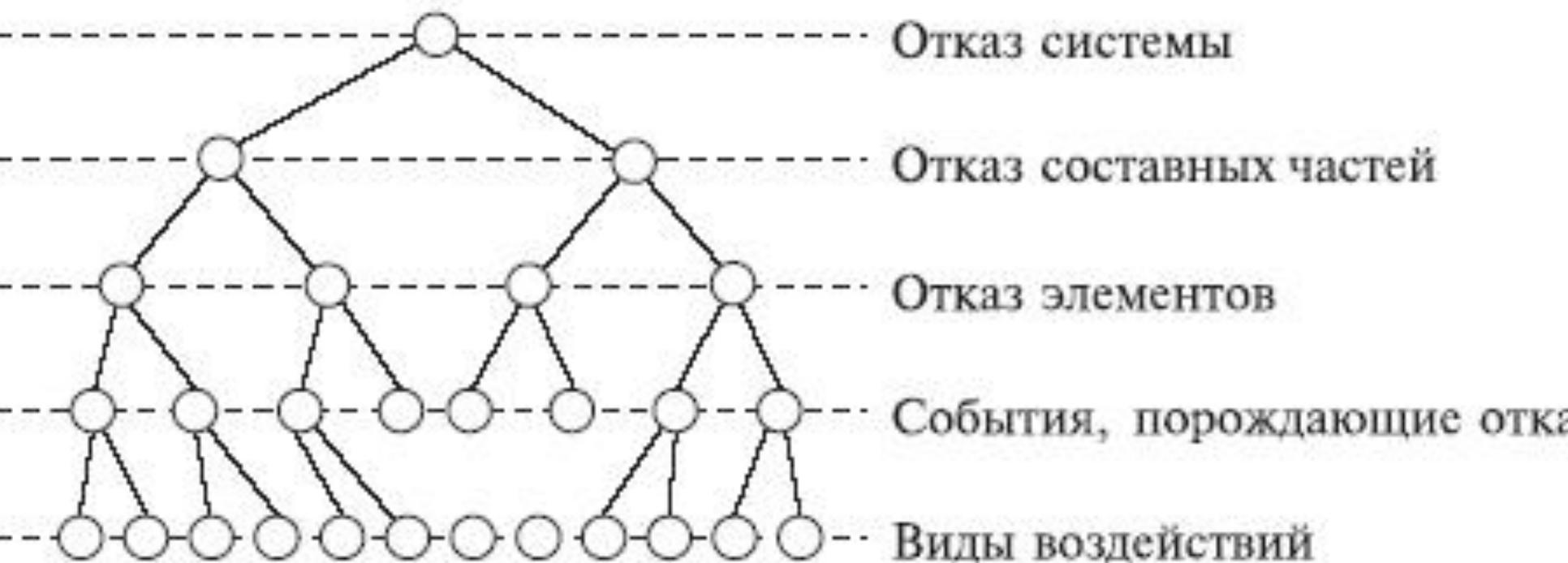


Анализ причин отказов

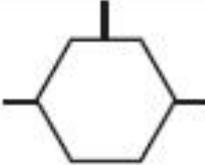
ДЕРЕВО ОТКАЗОВ

FAULT TREE ANALYSIS - FTA

ДЕРЕВО ОТКАЗОВ



Логические символы

| Строка | Символ логического знака | Название логического знака | Причинная взаимосвязь |
|--------|---|---|--|
| 1 |  | <i>И</i> | Выходное событие происходит, если все входные события случаются одновременно |
| 2 |  | <i>ИЛИ</i> | Выходное событие происходит, если случается любое из входных событий |
| 3 |  | <i>«Запрет»</i> | Наличие входа вызывает наличие выхода тогда, когда происходит условное событие |
| 4 |  | <i>«Приоритетное И»</i> | Выходное событие случается, если все входные события происходят в нужном порядке слева направо |
| 5 |  | <i>«Исключающее ИЛИ»</i> | Выходное событие происходит, если случается одно (но не оба) из входных событий |
| 6 |  | <i>«m из n»</i> (голосования или выборки) | Выходное событие происходит, если случается m из n входных событий |

Логический знак "И" (схема совпадения)

- Если имеются несколько причин, которые должны появиться одновременно, то обычно используют операцию И. Входы операции должны отвечать на вопрос: "Что необходимо для появления выходного события?".

Логический знак "И" (схема совпадения)

- События, входные по отношению к операции И, должны формулироваться так, чтобы второе было условным по отношению к первому, третье условным по отношению к первому и второму, а последнее - условным ко всем предыдущим.

Логический знак "ИЛИ"

(схема объединения)

- Если любая из причин приводит к появлению выходного события, следует использовать операцию ИЛИ. Входы операции отвечают на вопрос: "Какие события достаточны для появления выходного события?".

Логический знак "ИЛИ"

(схема объединения)

- События, входные по отношению к операции **ИЛИ**, должны формулироваться так, чтобы они вместе исчерпывали все возможные пути появления выходного события. Кроме того, любое из входных событий должно приводить к появлению выходного события.

Порядок применения логических знаков **И** и **ИЛИ**

- Для любого события, подлежащего дальнейшему анализу, вначале рассматриваются все возможные события, являющиеся входами операций **ИЛИ**, затем входы операций **И**. Это справедливо как для головного события, так и для любого события, анализ которого целесообразно продолжить.

Событие "возникновение пожара"



Логический знак запрета

- используется для представления вероятностных причинных связей. Событие, помещенное под логическим знаком запрета называется входным событием, в то время, как событие, расположенное сбоку от логического знака, называется условным событием. Условное событие принимает форму события при условии появления входного события. Выходное событие происходит, если и входное и условное событие имеют место

Пример использования логического знака запрета (а) и замены его логическим знаком И (б)

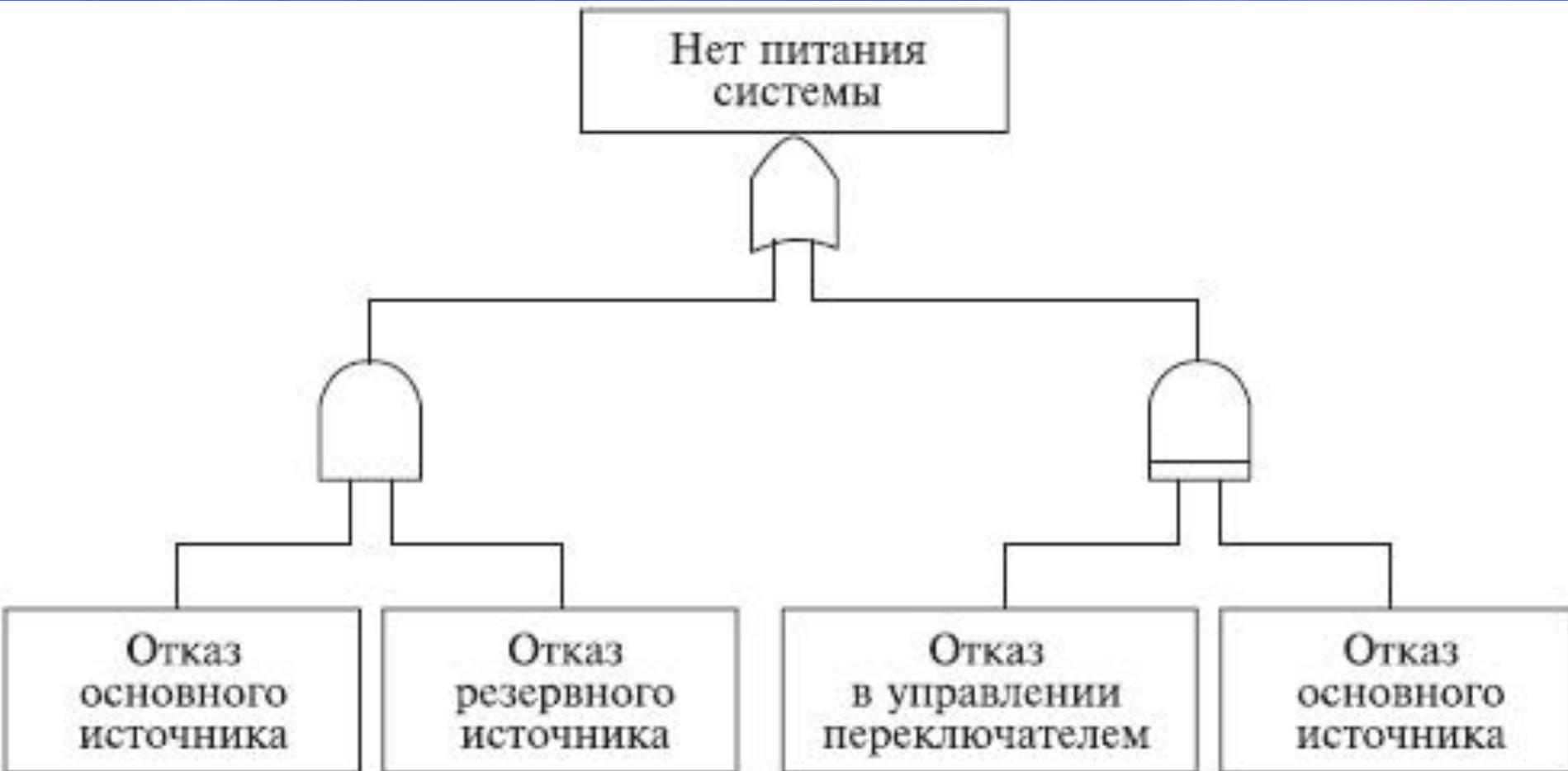


Логический знак "приоритетное И"

эквивалентен логическому знаку **И** с дополнительным требованием того, чтобы события на входе происходили в определенном порядке

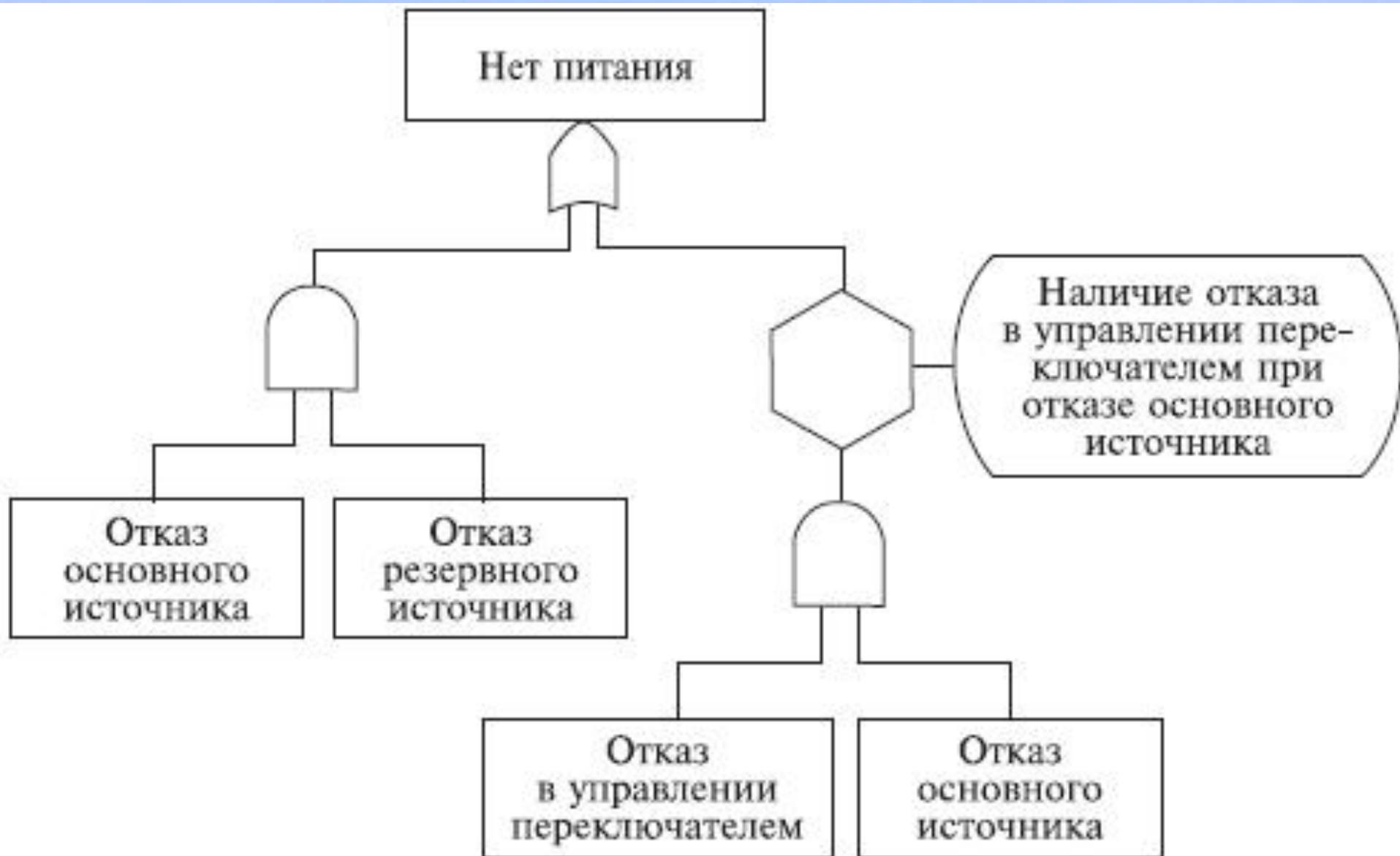
Событие на выходе появляется, если события на входе происходят в определенной последовательности (слева направо)

Пример использования логического знака "приоритетное И"



Эквивалентное представление логического знака

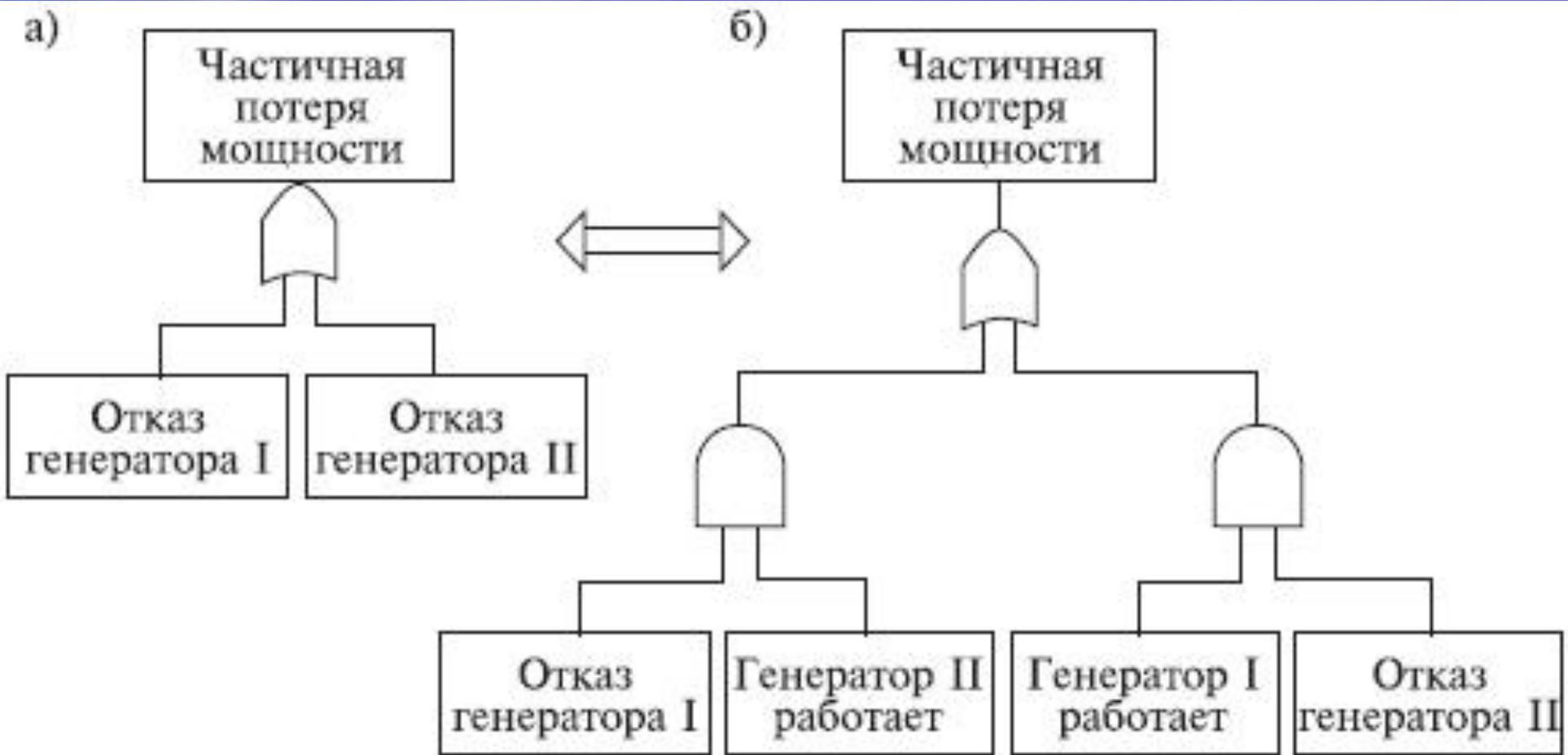
"приоритетное И"



Логический символ "исключающее ИЛИ"

описывает ситуацию, в которой событие на выходе появляется, если одно из двух (но не оба) событий происходят на входе

Пример использования логического знака "исключающее ИЛИ" (а) и его эквивалентное представление (б)



Логический знак голосования (выбора) m из n

имеет n событий на входе, а событие на выходе появляется, если происходят по меньшей мере m из n событий на входе

Пример применения логического знака "два из трех"



Эквивалентное представление логического знака "два из трех"



Процедура построения дерева отказов

1. Определение нежелательного (завершающего) события в рассматриваемой системе.
2. Тщательное изучение возможного поведения и предполагаемого режима использования системы.
3. Определение функциональных свойств событий более высокого уровня для выявления причин тех или иных неисправностей системы и проведение более глубокого анализа поведения системы с целью выявления логической взаимосвязи событий более низкого уровня, способных привести к отказу системы.
4. Собственно построение дерева отказов для логически связанных событий на входе. Эти события должны определяться в терминах идентифицируемых независимых первичных отказов.

Построение дерева и анализ исследуемого объекта

1. Определяют аварийное (предельно опасное, конечное) событие, которое образует вершину дерева. Данное событие четко формулируют, оговаривают условия его появления, дают признаки его точного распознавания. Например, для объектов химической технологии к таким событиям относятся: разрыв аппарата, пожар, выход реакции из-под контроля и др.
Определяют возможные первичные и вторичные отказы, которые могут вызвать головное событие, рассматривают их комбинации.

Построение дерева и анализ исследуемого объекта

2. Используя стандартные символы событий и логические символы дерево строят в соответствии со следующими правилами:
 - а) конечное (аварийное) событие помещают вверху (уровень 1);
 - б) дерево состоит из последовательности событий, которые ведут к конечному событию;
 - в) последовательности событий образуются с помощью логических знаков И, ИЛИ и др.;

Построение дерева и анализ исследуемого объекта

3. Квалифицированные эксперты проверяют правильность построения дерева. Это позволяет исключить субъективные ошибки разработчика, повысить точность и полноту описания объекта и его действия.

Построение дерева и анализ исследуемого объекта

4. Определяют минимальные аварийные сочетания и минимальную траекторию для построенного дерева. Первичные и неразлагаемые события соединяются с событиями первого уровня маршрутами (ветвями). Сложное дерево имеет различные наборы исходных событий, при которых достигается событие в вершине, они называются аварийными сочетаниями (сечениями) или прерывающими совокупностями событий. Минимальным аварийным сочетанием (МАС) называют наименьший набор исходных событий, при которых возникает событие в вершине. Полная совокупность МАС дерева представляет собой все варианты сочетаний событий, при которых может возникнуть авария. Минимальная траектория - наименьшая группа событий, при появлении которых происходит авария.

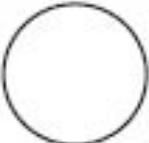
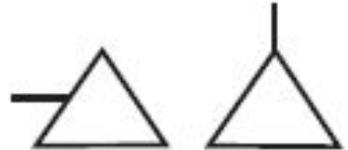
Построение дерева и анализ исследуемого объекта

5. Качественно и количественно исследуют дерево аварий с помощью выделенных минимальных аварийных сочетаний и траекторий. Качественный анализ заключается в сопоставлении различных маршрутов и начальных событий к конечному и определении критических (наиболее опасных) путей, приводящих к аварии. При количественном исследовании рассчитывают вероятность появления аварии в течении задаваемого промежутка времени по всем возможным маршрутам.

Построение дерева и анализ исследуемого объекта

6. Разрабатывают рекомендации по введению изменений в объекте, системах контроля и управления для улучшения показателей безаварийности.

Символы событий

| Строка | Символ события | Содержание события |
|--------|---|---|
| 1 |  | Исходное событие, обеспеченное достаточными данными |
| 2 |  | Событие, недостаточно детально разработано |
| 3 |  | Событие, вводимое логическим элементом |
| 4 |  | Условное событие, используемое с логическим знаком «запрет» |
| 5 |  | Событие, которое может произойти или не произойти |
| 6 |  | Символ перехода |

Круглый блок

обозначает исходный отказ (исходное событие) отдельного элемента (в пределах данной системы или окружающей среды), который определяет таким образом разрешающую способность данного дерева отказов

Ромб

используются для обозначения детально не разработанных событий в том смысле, что детальный анализ не доведен до исходных типов отказов в силу отсутствия необходимой информации, средств или времени. "Авария из-за саботажа или диверсии" является примером детально не разработанного события. Часто такие события не увеличиваются при количественном анализе. Они включаются на начальном этапе и их присутствие служит показателем глубины и ограничений данного исследования

Прямоугольный блок

обозначает событие отказа, которое возникает в результате более элементарных, исходных отказов, соединенных с помощью логических элементов.

Символ домик – ожидаемое событие

Иногда желательно рассмотреть различные особые случаи дерева отказов, заведомо предполагая, что одни события происходят, а другие события исключаются из рассмотрения. В таких случаях, целесообразно пользоваться символом, в виде домика. Когда этот символ включают в дерево отказов, предполагают, что данное событие обязательно происходит, и возникает противоположная ситуация, когда его исключают

треугольник переноса "ИЗ" и треугольник переноса "В"

обозначают два подобных типа причинных
взаимосвязей

Треугольник переноса "ИЗ" соединяется с логическим символом сбоку, а у треугольника переноса "В" линия связи проходит от вершины к другому логическому символу.

Треугольники используются для того, чтобы упростить изображение дерева отказов.

Пример использования символов событий "круг" и "ромб"



Пример использования символа "ДОМИК"

