

МЕТОД ДЕРЕВА ОТКАЗОВ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ УГРОЗ И РИСКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА

Выполнили: студенты 310 гр.

Ооржак О.

Васин В.

Кудряшов П.

Дерево отказов

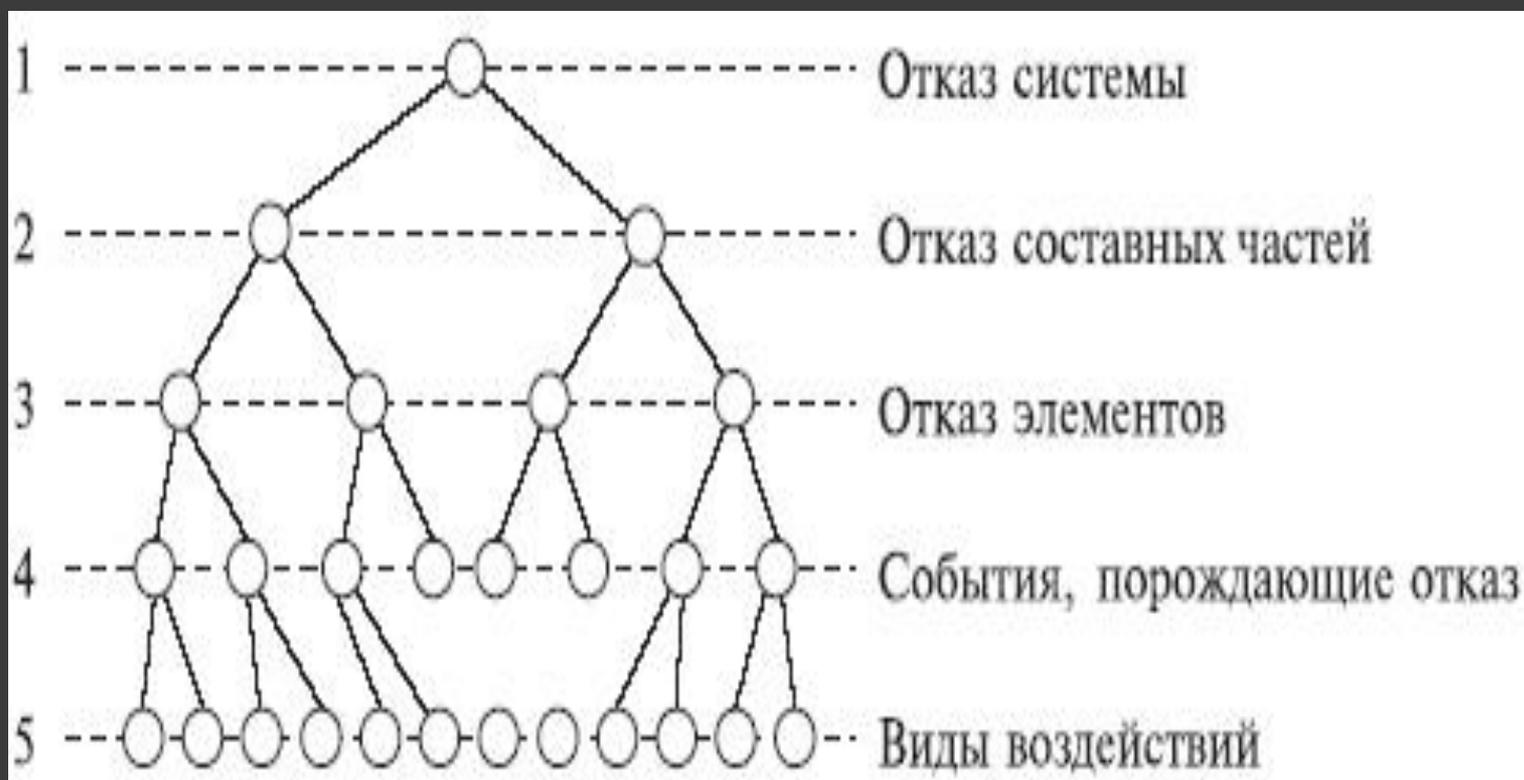
- В 1962 году впервые был использован метод анализа дерева отказов (fault tree analysis, FTA) компанией Bell Labs для Военно-воздушных сил США, который на сегодняшний день получил широкое распространение для анализа причин отказов статических систем.
- Данный метод является частью национальных стандартов таких, например, как стандарт США «MIL-HDBK-217 Reliability prediction of electronic equipment» или российских «Методических указаний по проведению анализа риска опасных производственных объектов №РД 03-418-01».

Предназначение и область применения

- Тщательному анализу причин отказов и выработке мероприятий, наиболее эффективных для их устранения, способствует построение дерева отказов и неработоспособных состояний. Такой анализ проводят для каждого периода функционирования, каждой части или системы в целом.

Дерево отказов (аварий, происшествий, последствий, нежелательных событий, несчастных случаев и пр.) лежит в основе логико-вероятностной модели причинно-следственных связей отказов системы с отказами ее элементов и другими событиями (воздействиями); при анализе возникновения отказа состоит из последовательностей и комбинаций нарушений и неисправностей, и таким образом оно представляет собой многоуровневую графологическую структуру причинных взаимосвязей, полученных в результате прослеживания опасных ситуаций в обратном порядке, для того чтобы отыскать возможные причины их возникновения.

Условная схема построения дерева отказов



Преимущества применения

- В этом способе реализован дедуктивный метод (причины - следствия), что наделяет метод самыми серьезными возможностями по поиску корневых причин событий для статичных систем, так как дает наглядную и подробную схему взаимосвязей элементов инфраструктуры и событий, влияющих на их надежность.
- Ценность дерева отказов заключается в следующем:
 - анализ ориентируется на нахождение отказов;
 - позволяет показать в явном виде ненадежные места;
 - обеспечивается графикой и представляет наглядный материал для той части ИТ специалистов, которые принимают участие в обслуживании системы;
 - дает возможность выполнять качественный или количественный анализ надежности системы;
 - метод позволяет специалистам поочередно сосредотачиваться на отдельных конкретных отказах системы;
 - обеспечивает глубокое представление о поведении системы и проникновение в процесс ее работы;
 - являются средством общения специалистов, поскольку они представлены в четкой наглядной форме;
 - помогает дедуктивно выявлять отказы;
 - дает конструкторам, пользователям и руководителям возможность наглядного обоснования конструктивных изменений или установления степени соответствия конструкции системы заданным требованиям и анализа компромиссных решений;
 - облегчает анализ надежности сложных систем.
- Главное преимущество дерева отказов (по сравнению с другими методами) заключается в том, что анализ ограничивается выявлением только тех элементов системы и событий, которые приводят к данному конкретному отказу системы или аварии.

Недостатки применения

- Недостатки дерева отказов состоят в следующем:
 - реализация метода требует значительных затрат средств и времени, так как увеличение детальности рассматриваемой инфраструктуры приводит к геометрическому увеличению числа влияющих событий;
 - дерево отказов представляет собой схему булевой логики, на которой показывают только два состояния: рабочее и отказавшее;
 - трудно учесть состояние частичного отказа элементов, поскольку при использовании метода, как правило, считают, что система находится либо в исправном состоянии, либо в состоянии отказа;
 - трудности в общем случае аналитического решения для деревьев, содержащие резервные узлы и восстанавливаемые узлы с приоритетами, не говоря уже о тех значительных усилиях, которые требуются для охвата всех видов множественных отказов;
 - требует от специалистов по надежности глубокого понимания системы и конкретного рассмотрения каждый раз только одного определенного отказа;
 - дерево отказов описывает систему в определенный момент времени (обычно в установившемся режиме), и последовательности событий могут быть показаны с большим трудом, иногда это оказывается невозможным. Это справедливо для систем, имеющих сложные контуры регулирования, в таких случаях, как правило, обращаются к методам, основанным на стохастических (случайных) процессах.

Принцип использования

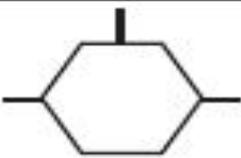
Строка	Символ логического знака	Название логического знака	Причинная взаимосвязь
1		<i>И</i>	Выходное событие происходит, если все входные события случаются одновременно
2		<i>ИЛИ</i>	Выходное событие происходит, если случается любое из входных событий
3		<i>«Запрет»</i>	Наличие входа вызывает наличие 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 <i>m</i> из <i>n</i> входных событий

Таблица. Логические символы

Принцип использования

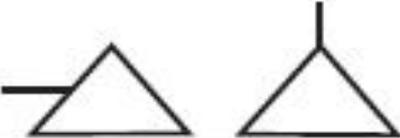
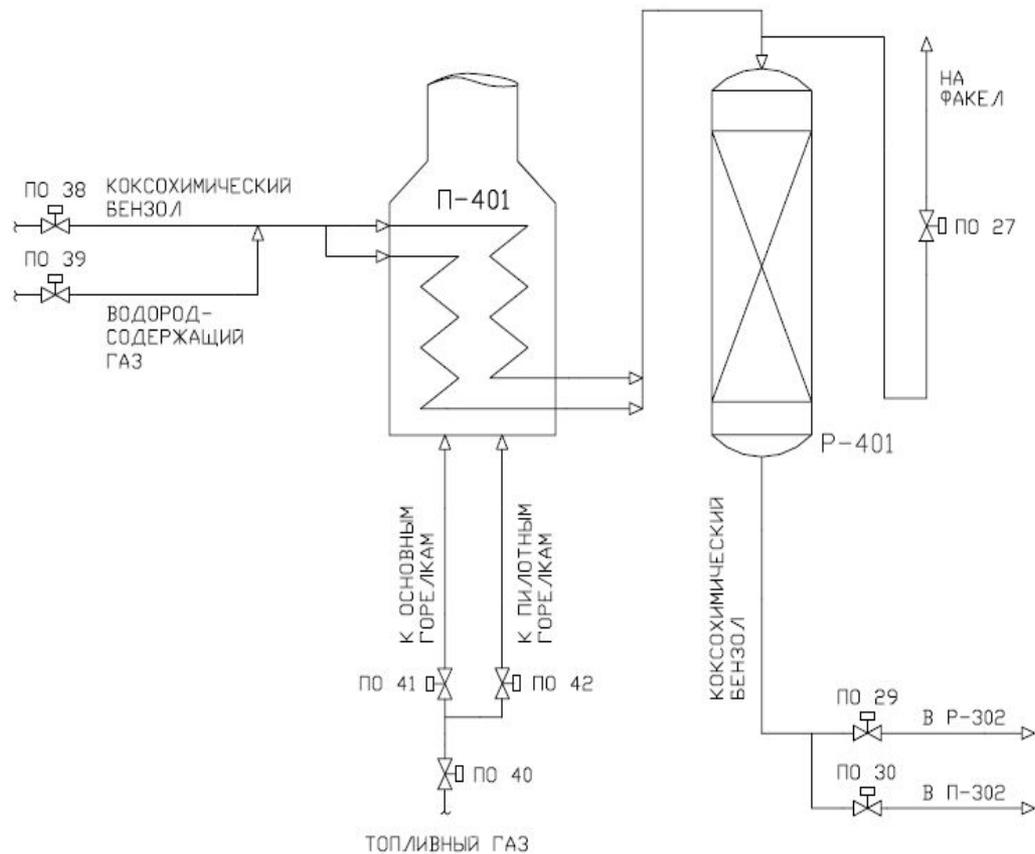
Строка	Символ события	Содержание события
1		Исходное событие, обеспеченное достаточными данными
2		Событие, недостаточно детально разработано
3		Событие, вводимое логическим элементом
4		Условное событие, используемое с логическим знаком «запрет»
5		Событие, которое может произойти или не произойти
6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

Таблица. Символы событий.

Метод дерева отказов в прогнозировании угроз и риск в производственной безопасности нефтеперерабатывающей и нефтехимической компании «Рязанская нефтеперерабатывающая компания»

- На сегодняшний день одной из важных задач сферы промышленной безопасности в целом и при обеспечении промышленной безопасности в нефтепереработке и нефтехимии в частности, является проведение анализа опасностей и оценки риска техногенных аварий. Результаты анализа опасностей и оценки риска техногенных аварий включаются в целый ряд документов, например в раздел «Промышленная безопасность» утверждаемой части рабочих проектов проектируемых производств, в соответствующий раздел деклараций промышленной безопасности опасных производственных объектов. Причем в последнее время, в свете возросшего внимания к обеспечению техногенной безопасности, актуальной является задача повышения качества этих документов. Как известно, в соответствии с декларацией безопасности опасного производственного объекта должна содержать всесторонний анализ опасностей и риска. Методические указания в качестве одного из методов анализа опасностей и оценки риска рекомендуют метод построения «дерева отказа». Этот метод применяется уже давно. Однако существующая на сегодняшний день нормативная и методическая база не дает возможности эффективно использовать этот метод применительно к нефтепереработке и нефтехимии и, давая наиболее общие рекомендации, не позволяет учесть все специфические особенности производства.

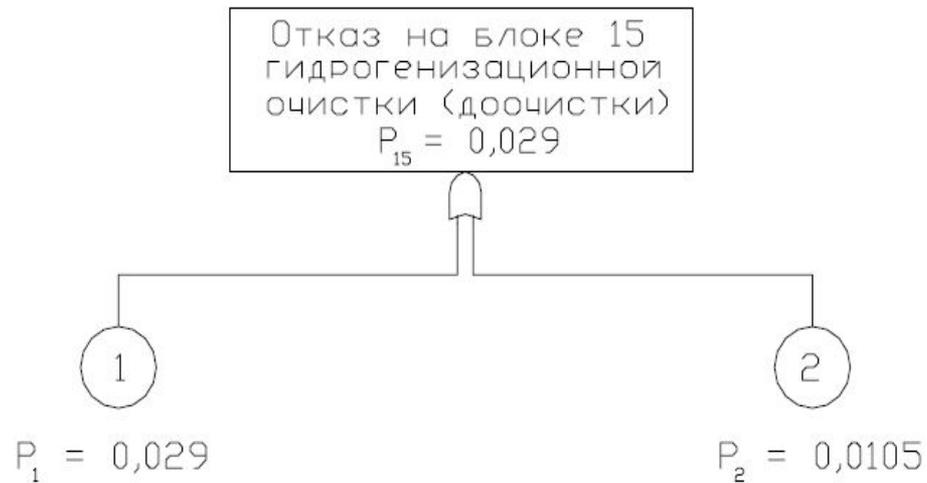
Принципиальная технологическая схема блока 15 установки переработки пироконденсата



Обозначения: П-401 – печь, Р-401 – реактор гидрогенизационной очистки (доочистки), ПО 27, 29, 30, 38-42 – отсекатели.

Рис. 1. Принципиальная технологическая схема блока 15 установки переработки пироконденсата.

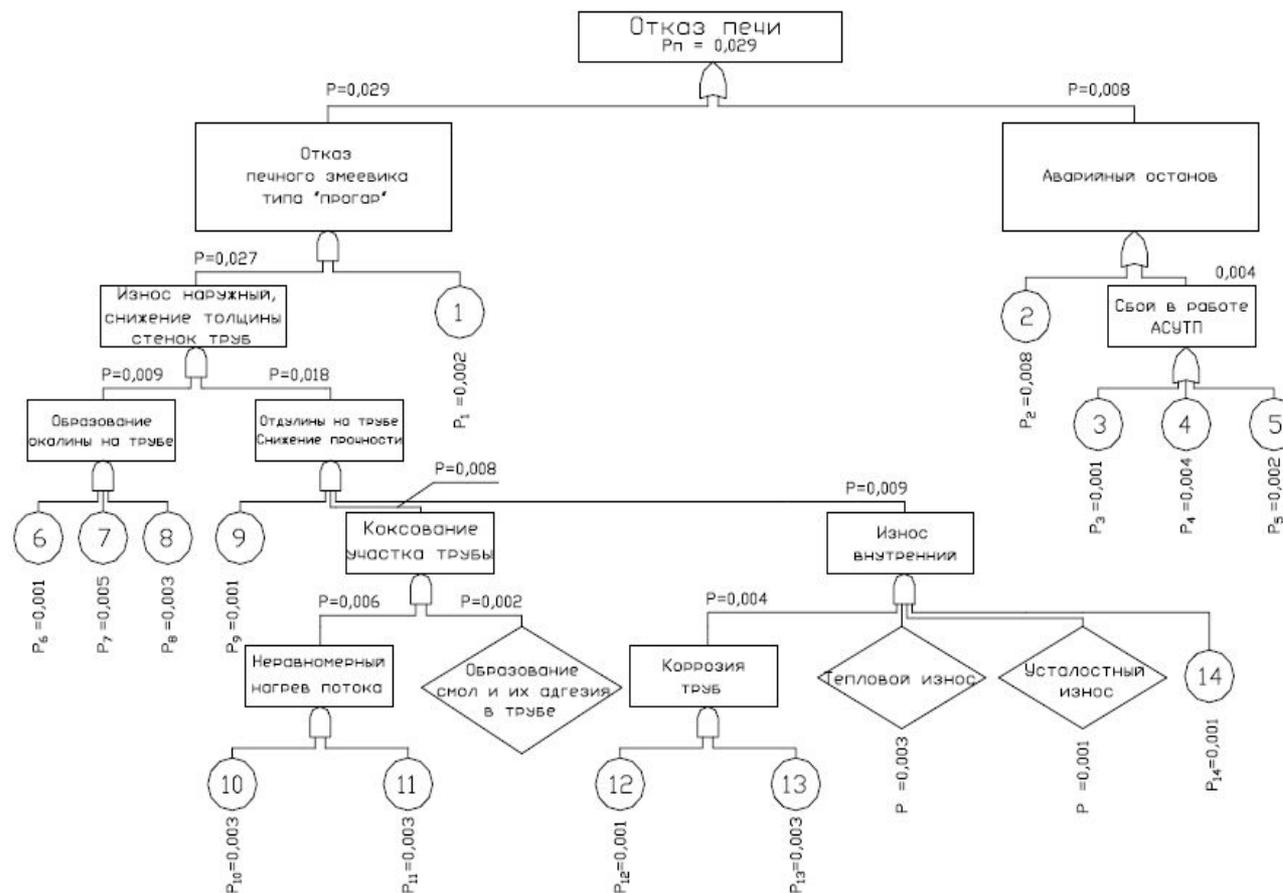
«Дерево отказов» для технологического блока 15



Примечание. Расшифровка исходных событий поз. 1,2 приведена в табл. 1.

Рис. 2. «Дерево отказов» для технологического блока 15.

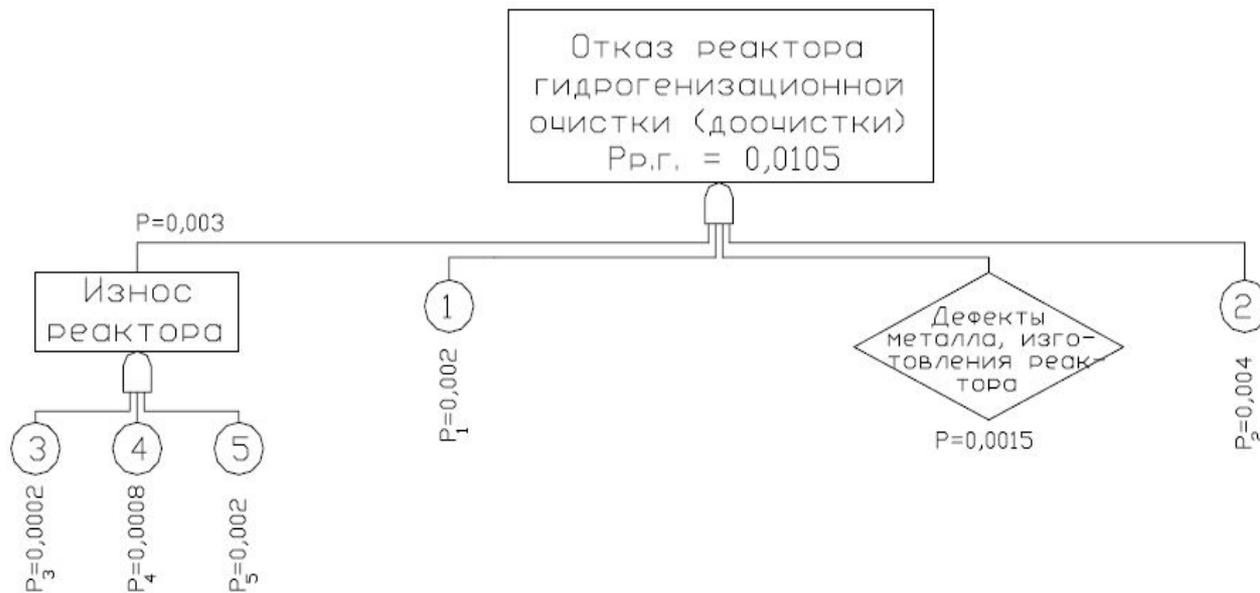
«Дерево отказов» для технологического аппарата «печь»



Примечание. Расшифровка исходных событий поз. 1-14 приведена в табл. 2.

Рис. 3. «Дерево отказов» для технологического аппарата «печь».

«Дерево отказов» для технологического аппарата «реактор гидрогенизационной очистки»



Примечание. Расшифровка исходных событий поз. 1-5 приведена в табл. 3.

Рис. 4. «Дерево отказов» для технологического аппарата «реактор гидрогенизационной очистки (доочистки)».

Перечень исходных событий «дерева отказов»

Таблица 1

Позиция	Исходные события «дерева отказов» блока 15 гидрогенизационной очистки (доочистки)
1	Отказ печи нагрева продукта и водородсодержащего газа
2	Отказ реактора гидрогенизационной очистки (доочистки)

Таблица 2

Позиция	Исходные события «дерева отказов» технологического аппарата «печь»
1	Дефект металла трубы
2	Программный аварийный останов печи
3	Программный сбой АСУТП
4	Аппаратный сбой АСУТП
5	Ошибка персонала в регулировании режима печи
6	Окисление нагретой стенки кислородом воздуха
7	Высокая температура наружной поверхности трубы
8	Коррозия дымовыми газами
9	Коробление змеевика
10	Неравномерное распределение пламени факела в печи
11	Низкая скорость потока в одном из змеевиков
12	Химическая коррозия компонентами продукта
13	Водородная коррозия
14	Эрозия

Таблица 3

Позиция	Исходные события «дерева отказов» технологического аппарата «реактор гидрогенизационной очистки (доочистки)»
1	Отказ контура регулирования давления
2	Отказ контура регулирования температуры нагрева продукта в печи
3	Коррозионный износ
4	Усталостный износ
5	Тепловой износ

Спасибо за внимание!