

**ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОПАСНЫХ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**  
**Курасов О.А.**

Научный руководитель профессор П.В. Бурков  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Модели логических диаграмм, например, дерево неисправностей, дерево событий и диаграммы-бабочки (галстук-бабочка), являются широко используемыми методами оценки надежности, безопасности и рисков. Недостатком этих методов является их неспособность адаптироваться к неопределенности информации. Принимая во внимание неопределенность, связанную почти со всеми аспектами оценки риска, и нехватку данных, современные исследователи, использующие логические методы оценки рисков трубопроводов, сходятся во мнении о необходимости применения усовершенствованных логических подходов к решению данной проблемы.

Анализ дерева событий (ETA) обычно используется для определения вероятности всех возможных последствий, возникающих в результате возникновения инициирующего события. Иллюстрация, изображающая все возможные последствия нежелательного события, известна как дерево событий. Чтобы создать такое дерево, исходное событие и все идентифицированные результаты следует рассматривать как начало, а затем рассматривать каждый результат как новое событие (ключевое событие), разветвляющееся с соответствующими возможными результатами и т. д. Ветви обычно соответствуют появлению или отсутствию ключевых событий. В конце дерева заключены как результаты, так и вероятности каждой последовательности событий, которые были идентифицированы [1].

Дерево отказов (FTA) предназначено для идентификации и явного отображения всех возможных причин (основных событий), приводящих к нежелательному событию (верхнему событию). Оно начинается с конкретного нежелательного события, а затем переходит к определению конкретных причин нежелательного события. Вероятности причин связаны логическими элементами (ИЛИ, И). Эти логические элементы представляют взаимосвязь между выходным событием и входными событиями. Целью качественного анализа в Дереве событий является достижение минимальных наборов разрезов. Как правило, чем ниже порядок набора минимальных отсечений, тем выше частота его появления. Вероятность отказа высшего события будет достигнута, если будут получены все минимальные наборы разрезов и вероятности базовых событий.

С другой стороны, ограничение деревьев отказов состоит в том, что они предполагают независимость среди причин, что обычно не является обоснованным предположением [2]. Поэтому зависимые события могут быть учтены только с большим трудом. Кроме того, логические ветви предполагают, что выходной сигнал каждой ветви может быть оценен количественно с учетом входного сигнала. Это нецелесообразно, поскольку имплицитно предполагает, что все возможные события моделирования принимаются во внимание.

Дерево отказов также трудно использовать для количественной оценки надежности системы из-за его ограниченной выразительной способности. Кроме того, дерево отказов и дерево событий позволяют сделать односторонний вывод, что ограничивает их применимость в области снижения систематических рисков и управления ими. Дерево отказов не подходит для сложных задач из-за его недостатков в явном представлении зависимостей событий, обновлении вероятностей и обработке неопределенностей.

Анализ модели «галстук-бабочка» представляет собой комплексный вероятностный подход, который анализирует сценарии аварий путем оценки вероятностей и путей возникновения инцидентов. Диаграмма «галстук-бабочка» содержит интеграцию дерева отказов и дерева событий для представления причин, опасностей и последствий на общей платформе. Дерево отказов размещено в левой части диаграммы, а правая часть диаграммы «галстук-бабочка» соответствует дереву событий [3].

На основе комбинированного дерева отказов и дерева событий все причины и последствия, связанные с нежелательным событием, четко и взаимно идентифицируются на схеме «галстук-бабочка». После того, как диаграмма «бабочка» создана, количественный анализ может быть выполнен в соответствии с традиционными допущениями и математическими операциями FTA и ETA. Модель, однако, использует концепцию, следующую булевой логике, которая в некоторых обстоятельствах может не полностью отражать реальность. Это связано с тем, что анализируемые события могут иметь более двух состояний. Кроме того, анализ бабочки позволяет сделать односторонний вывод, который может ограничить применимость в области систематического снижения риска и управления им.

Литература

1. Kurasov, O. A. Investigation of the influence of operational loading regimes on the service life of hazardous production facilities // Новые технологии - нефтегазовому региону: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В IV т., Тюмень, 30 мая 2022 года. Vol. I. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2022. – P. 206-207.
2. Курасов О. А. Вероятностный анализ отказов магистральных газопроводов как способ повышения эксплуатационной надежности // Нефтегазовый терминал. – 2022. – С. 74-78.
3. Kurasov O. A. Scientific substantiation of problems and methods of improving technogenic safety of hazardous production facilities of pipeline gas transportation // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXVI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященный 90-летию со дня рождения Н. М. Рассказова, 120-летию со дня рождения Л.Л. Халфина, 50-летию научных молодежных конференций имени академика М. А. Усова, Томск, 4-8 апреля 2022 г. Т. 2. – Томский политехнический университет, 2022. – Т. 2. – С. 329-330.