

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ ОТКАЗОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО РИСКА ПРЕДПРИЯТИЙ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Никитенко Ю.В.

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия (394064 Россия, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а), e-mail: yuliyanikitenk@ya.ru

В статье рассматривается проблема техногенной безопасности предприятий военной промышленности. Для оценки техногенных рисков данных объектов предлагается использовать дедуктивное логическое построение производственного процесса. Для этого целесообразно применять дерево отказов, которое необходимо трансформировать в дерево событий, так как в производственном процессе активно участвует человек. Это обстоятельство не позволяет напрямую применить дерево отказов, так как оно предназначено для анализа технических систем. По своей сущности человек не может быть описан с помощью отказов. Более правильным будет представление производственного процесса в виде событий, меняющих друг друга и связанных в дерево событий. Преобразование дерева отказов в дерево событий позволит более точно выявлять сбои в работе системы, а также прогнозировать развитие ситуации. Это способствует построению алгоритма мероприятий по профилактике и ликвидации ситуаций, возникающих в результате неправильного функционирования производственной цепочки и при ее обеспечении.

Ключевые слова: предприятие оборонно-промышленного комплекса, техногенный риск, технологический процесс, дерево событий.

PECULIARITYS APPLYING OF CONSTRUCTION METOD OF REFUSIAL FOR ESTIMATION OF ACCIDENT RATE BY MILITARY INDUSTRY

Nikitenko Y.V.

Military educational and scientific centre of Air Force «Air Force Academy by professor N.E. Zhukovskiy and Yu.A. Gagarin», Voronizh, Russia, e-mail: yuliyanikitenk@ya.ru

In article the problem technogenacal safety enterprise to military industry is considered. For estimation technogenacal risk data object is offered use the deductive logical building of the production process. For this reasonable use the refusal tree, which necessary to transform in tree event, since in production process actively participates the person. This circumstance does not allow straight to use the refusal tree, since it is intended for analysis of the technical systems. On its essence of the person can be not described by means of refusal. More correct will be a presentation of the production process in the manner of event, changing each other and bound in tree event. The transformation refusal tree of event tree will allow more exactly reveal the malfunction in functioning the system, as well as forecast the development to situations. This promotes the building of the algorithm action on preventive maintenance and liquidations situation, appearing as a result of misbehavior of the production chain and under its provision.

Keywords: military industry, accident rate, technogenacal risk, event tree.

Оборонно-промышленный комплекс (ОПК) России является наиболее качественной составляющей экономики страны и представляет собой организационно-экономическую систему, включающую в себя органы государственного управления, промышленные предприятия, научно-исследовательские и конструкторские организации, которые осуществляют как разработку и производство вооружений и военной техники, так и решение важных народно-хозяйственных проблем гражданского назначения.

По состоянию на 1 января 2010 г. в состав данной отрасли входило свыше 1500 пред-

приятий и организаций восьми отраслей промышленности, в которых занято около 2 млн человек. На предприятия военной промышленности приходится около 20 % всего объема производства продукции машиностроения страны [3].

Отличительной особенностью предприятий оборонно-промышленного комплекса (ПОПК) является высокая опасность производимых ими продуктов производства и отходов. Эта особенность вытекает из их назначения, точнее назначения выпускаемой ими продукции, рынков сбыта этой продукции, государственной политики в области производства и сбыта продукции, доли государства и иностранных инвесторов в капитале ПОПК и др. [3].

При решении комплексных вопросов безопасности в развитых странах широко применяется методология риска, основу которой составляет определение последствий и вероятности нежелательных событий. Используя количественные показатели риска, в принципе можно «измерять» потенциальную опасность и даже сравнивать опасности различной природы. При этом в качестве показателей опасности обычно понимают индивидуальный или социальный риск гибели людей (или, в общем случае, причинения определенного ущерба).

В широком смысле слова риск выражает возможную опасность, вероятность нежелательного события. Таким событием может быть ухудшение здоровья или смерть человека, авария или катастрофа технической системы или устройства, загрязнение или разрушение экологической системы, гибель группы людей или возрастание смертности населения, материальный ущерб [5]. На данный момент вопросы управления техногенными рисками на ПОПК возникают тогда, когда продукция таких предприятий имеет выход на внешний рынок, либо необходимо обеспечить высокие показатели конкурентоспособности для приобретения (сохранения) положительного имиджа. В то же время как таковой системы управления техногенными рисками на ПОПК, которая позволяла бы автоматизировано принимать эффективные решения, не существует.

В международной практике под управлением рисками (риск-менеджментом в стандарте ISO/IEC 31010) рекомендуется понимать скоординированные действия для того, чтобы направлять и контролировать организацию в отношении рисков. Подобные действия обычно включают применение логических и систематических методов, касающихся: а) обмена соответствующей информацией, включая консультирование; б) идентификации, анализа, оценивания и обработки риска, связанного с контекстом, т.е. с конкретной деятельностью, процессом, функцией или продуктом; в) мониторинга и регистрации результатов анализа рисков.

Важное место при этом уделяется оценке рисков, призванной получать ответ на вопросы о том, что может случиться и почему (идентификация риска), каковы последствия случившегося и какова вероятность их возникновения, имеются ли факторы, способные

уменьшить последствия или вероятность проявления источников риска, является ли риск приемлемым или требуются меры по его обработке с целью снижения. Анализ применяемых подходов и методики для оценки и анализа риска показывает, что для решения таких задач наиболее рационально воспользоваться анализом характера и последствий отказов с использованием анализа «дерева событий», так как именно им описаны основные функциональные операции ПОПК [4].

Решение возникающих комплексных задач по управлению техногенными рисками может существенно упроститься, если удастся установить первичные симптомы и причины изучаемых рискованных явлений. Описание задач управления рисками должно обязательно включать не только оценку внутренне присущих исследуемым объектам причин, порождающих опасность, но и оценку нежелательных эффектов и описание порядка действий, которые необходимо предпринять в назначенное время. При этом для более или менее сложных объектов и систем количество факторов, которые должны быть подвергнуты анализу, может достигать нескольких сотен и тысяч. Сложность современных технологических процессов на предприятии, невозможность сразу охватить весь спектр явлений, способных приводить к аварийным ситуациям, делает целесообразным использование метода «дерева событий» (дерева отказов) для комплексного анализа и оценки техногенных рисков при функционировании ПОПК.

Достаточно удачным средством для нахождения компромиссов, обеспечения полного и взвешенного функционального описания рисков при функционировании ПОПК является использование представления знаний об изучаемых объектах и системах в виде графических логических построений.

Так как структура предприятия является достаточно сложной, то для оценки рисков нельзя найти один универсальный метод. В предлагаемой методике используются два метода, отличающиеся уровнем сложности, на которых они применяются.

На более высоком уровне структуризации для анализа и оценки рисков используется метод исследований деревьев отказов (FTA) [1].

Метод FTA основан на графическом логическом описании механизма отказов системы. Ключевые теоретические основы в FTA – это предположение, что компоненты в системе либо работают успешно, либо отказывают полностью. С точки зрения оценки рисков, в данном методе отказ трансформируется в более широкое понятие – неблагоприятное событие (N-событие). Тогда и дерево отказов преобразуется в дерево событий [2].

До начала построения дерева событий необходимо специально определить верхнее событие. Необходимо детальное понимание работы системы и ее компонентов, роли

операторов и возможных человеческих ошибок.

Дерево событий представляет собой дедуктивное логическое построение, которое использует концепцию одного финального события (как правило, отказ, авария или катастрофа) с целью нахождения всех возможных путей, при реализации которых оно может произойти.

Для этого рассматривается, какие события или их комбинации могут привести непосредственно к возникновению финального события. Затем каждое из этих событий рассматривается как вершина дерева, и процесс повторяется до тех пор, пока не будет достигнут такой уровень детализации, на котором полученные события уже будут неделимы в принципе или по соображениям решения задачи. Такие события называют базовыми, элементарными или исходными. Все остальные события – промежуточными [1,2].

Для графического изображения простейшего дерева событий существует базовый набор символических изображений. Они позволяют построить дерево событий для большинства систем. Однако существуют ситуации, когда финальное событие наступает только при определенном порядке возникновения входных событий или же в случае соблюдения некоторых временных условий (например: действие какого-нибудь фактора в течение определенного интервала времени), который больше допустимого, либо при некоторой комбинации этих требований. В этом случае построение и анализ деревьев событий значительно усложняется.

Приведем некоторые термины, необходимые для понимания рассматриваемого метода [1,2]:

Событие – нежелательное отклонение от нормы или ожидаемого состояния компонентов системы.

Верхнее (главное) событие – это нежелательное событие на вершине дерева событий, от которого спускаются вниз по дереву событий.

Промежуточное событие позволяет комбинировать различные исходные события, которые рассматриваются в развитии посредством условий.

Исходное событие – отказ в работе какой-либо технической системы или ошибка персонала, которые при рассмотрении не разбиваются на отдельные составные события более мелкого масштаба.

Неразвивающееся событие – возможные причины нежелательного события не рассматриваются в развитии по причине того, что условия возникновения данного события не достоверны или имеющейся информации не достаточно.

Условие – логическая связь между входными событиями (событиями более низкого уровня) и отдельными выходными событиями (более высокого уровня).

Условие «И» объединяет входные события, каждое из которых должно существовать одновременно с другими.

Условие «ИЛИ» используется в случае, если для определения последующего выходного события достаточно ввести данные об одном каком-либо предыдущем событии.

Минимальный набор сечений – минимальное число цепочек событий, при которых может произойти главное событие.

Большинство существующих методов анализа деревьев событий основываются на поиске и изучении множества сечений и путей дерева.

Путь – есть такая комбинация базовых событий, последовательная реализация которых приводит к возникновению главного события.

Сечение – есть такая комбинация базовых событий, одновременная нереализация которых приводит к невозможности возникновения данного события.

Минимальный путь – это группа событий или первичных источников событий, которые могут привести к главному событию через минимальное число шагов.

С точки зрения возникновения ситуаций, превышающих уровень безопасности (СПУБ) [4], предпочтительнее производить анализ минимальных путей дерева. Зная вероятности их реализации, можно рассчитать вероятность возникновения главного события. Если же решается задача снижения риска систем, то гораздо эффективнее анализ минимальных сечений дерева событий с целью найти наиболее простые способы повышения надежности системы. Комбинация этих рассмотрений позволяет найти наиболее «узкие места» системы, найти эффективные способы снижения риска функционирования ПОПК.

Из вышеизложенного рассмотрения видно, что метод анализа деревьев событий является перспективным методом решения задачи по оценке риска функционирования ПОПК. Однако следует отметить некоторые принципиальные моменты, связанные с использованием деревьев событий.

Дерево представляет собой структуру, где каждый элемент (за исключением граничных) имеет один вход или один или более выходов, или наоборот – все зависит от того, в какую сторону проходится дерево, но не то и другое вместе. Данное ограничение, накладываемое на понятие «дерево», приводит к некоторым сложностям в построении и анализе дерева. Например, в случае дерева событий (где все элементы кроме вершины дерева должны иметь один выход) обычно существует событие, имеющее более одного выхода (в качестве примера можно привести отказ электропитания или наводнение).

Второй принципиальный момент, который не учитывается существующими моделирующими алгоритмами, заключается в следующем предположении: если на входах участка логической структуры создается благоприятная комбинация условий, то со

сто процентной вероятностью должно произойти порожденное событие. В большинстве случаев так оно и есть, однако, можно привести ситуации, когда это не соблюдается, например, попадание камня в оконное стекло не всегда приводит к тому, что оно разбивается. Для решения данной задачи в существующих алгоритмах приходится или вводить фиктивные события (функция которых заключается в том, что не всегда выдавать выходной сигнал, когда на входах присутствует благоприятная комбинация входных), или корректировать входные вероятности (например, вероятность попадания камня в окно заменятся вероятностью того, что оно разобьется; но это не позволяет учесть причины, которые привели к разбиению окна).

Отличительной особенностью функционирования человека на ПОПК является то, что ему свойственен принципиально новый тип отказа – ошибка в деятельности (временный неустойчивый отказ), и его также необходимо учитывать.

Метод ФТА применяется для достижения следующих целей [4]:

- выявления всех путей, которые приводят к главному N-событию при определенном стечении обстоятельств;
- определения минимального числа комбинаций событий, которые могут привести к главному N-событию;
- качественного определения основных причин N-события;
- количественной оценки частоты вероятности N-события;
- идентификации общего характера N-событий или их общих причин, трудно выявляемых при рассмотрении изолированных подсистем;
- анализа чувствительности отдельных событий к отклонениям параметров системы.

Таким образом, применение ФТА позволяет осуществлять систематическое логически обоснованное построение множества отказов элементов системы, которые могут приводить к СПУБ, проводить анализ таких ситуаций для последующего принятия решения по их предотвращению и ликвидации последствий.

Список литературы

1. ГОСТ Р 27.302-2009. Надежность в технике. Анализ дерева неисправностей.
2. ГОСТ Р 54142-2010. Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Методология построения универсального дерева событий.
3. Малышев В.А., Майоров А.В., Никитенко Ю.В. Теоретико-методологический подход к управлению техногенными рисками на предприятиях оборонно-промышленного комплекса //

Инновации. – 2014. – № 9 (191). – С. 97-100.

4. Малышев В.А., Никитенко Ю.В. Обобщенная методика управления техногенными рисками на предприятии // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 2. – С. 129-134.

5. Никитенко Ю.В., Минакова О.В. Надежность технических систем: учебное пособие. – Воронеж: ВИВТ, 2013. – С. 12-13.

Рецензенты:

Федюнин П.А., д.т.н., профессор, начальник кафедры ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж.

Чопоров О.Н., д.т.н., профессор, проректор по научной работе Воронежского института высоких технологий, г. Воронеж.