

СОЗДАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ЭКСПЕРТНЫХ ШКАЛ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ

Кныш А.И., Коваль М.О., Чередник Ю.П. (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса*)

Запропонований підхід до створення експертних систем, що дозволяють оцінювати ймовірності виникнення елементарних небажаних (базисних) подій на потенційно небезпечних об'єктах. Засобом створення таких експертних систем є Метод експертних оціночних шкал (МЕОШ).

С точки зрения безопасности и уровня технической оснащенности любой строительный объект может причислен к потенциально опасному (ПОО). Практический опыт показывает, что оптимальными для ПОО неоспоримы «Интегрированные системы анализа надежности и риска» (IRRAS).

Основными моделями, используемыми в ВАБ, являются логико-вероятностные модели «Дерево отказов» (ДО) и «Дерево событий» (ДС) [2]. Выходной информацией, полученной в результате применения этих моделей, является оценка вероятности возникновения аварии, которая сравнивается с ее допустимым значением, и по результатам сравнения делается заключение о степени возникшей опасности. Входной информацией для ДО и ДС являются вероятности элементарных нежелательных событий (базисных событий), т.е. базисные события (БС) являются основным источником данных для вероятностных оценок техногенной опасности на потенциально опасных объектах (ПОО).

Базисные события (БС) представляют собой:

- отказы отдельных функционально-структурных элементов
- опасных объектов;
- ошибки персонала;
- события, источниками которых являются различные
- влияния окружающей среды.

В традиционном ВАБ вероятности БС определяются на основе усредненных данных (СОБУТ). Они являются удовлетворительными для оценок опасности проектируемых, новых и модернизируемых объектов, но бесполезны для определения оценок текущих ситуаций, т.к. для того, чтобы оценивать вероятности БС в различных конкретных ситуациях, необходимо установить формализованную связь между ситуациями, возможными на объекте, и вероятностями БС [3]. Одним из путей установления подобных связей могут быть специализированные экспертные системы.

Работа посвящена конкретному методу использования экспертных систем для определения вероятностей БС. Метод включает в себя две составляющие:

- методику формирования информационной основы экспертной системы;
- правила оценки вероятностей БС.

Предлагаем к рассмотрению методику формирования информационной системы формализованных знаний экспертов о возможных ситуациях и степени их влияния на вероятность БС.

Информационная основа включает в себя описание ситуаций, которые могут возникнуть на ПОО, и описание влияющих ситуаций на вероятности БС [4-6].

Каждая ситуация описывается набором значений причинных факторов, которые влияют на опасность. Факторы могут быть качественными и количественными. Качественный фактор описывается перечнем всех его возможных значений. Количественный - указанием его минимального и максимального значений. Кроме того, область возможных значений факторов разделяется на диапазоны. Диапазоны устанавливаются так, что (с точки зрения эксперта) в пределах каждого диапазона влияние фактора на опасность постоянно.

В результате область возможных значений фактора принимает вид экспертной шкалы. Для каждой шкалы устанавливается значение нормы и критическое значение.

Таким образом, каждая ситуация может быть описана вектором (X_1, X_2, \dots, X_k) ,

где X_j - одно из возможных значений фактора X_j ($j = \overline{1, k}$); k - количество факторов, которые влияют на опасность. В дальнейших рассуждениях будем исходить из следующих ограничений:

- все факторы, которые используются для описания ситуаций, - независимы;
- область значения каждого фактора упорядочивается так, что влияние фактора на опасность носит монотонный характер.

Функцией влияния фактора на вероятность БС называется соответствие между возможными значениями фактора и вероятностями БС при условии, когда остальные факторы не влияют на возникновение БС.

Возможными значениями функции влияния фактора являются вероятности БС. Формирование функций влияния может выполняться на основании экспертных оценок; применением моделей отказов [7];

комплексным использованием данных статистики и Метода анализа иерархий [8]. Функции влияния монотонны. Они могут иметь табличную или аналитическую форму. Основными структурными элементами информационной основы являются:

- справочник базисных событий $a_r (r \in R)$, где R - множество индексов возможных БС;
- справочник причинных факторов опасности $X_j (j = 1, k)$, каждый из которых задается множеством своих возможных значений $(x_{j1}^1, x_{j2}^2, \dots, x_{jn}^n)$, где n_j - количество возможных значений фактора X_j ;
- справочник соответствий базисных событий и факторов опасности, с помощью которого каждому базисному событию с индексом r ставится в соответствие кортеж типа (r, j_r) , где j_r - множество индексов факторов, влияющих на возникновение a_r ;

- база знаний о функциях влияния причинных факторов на вероятности возникновения БС $f_j^r(X_j)$.

Описание влияния факторов на возникновение базисных событий может быть представлено произведениями следующего типа.

«Если [ситуация представлена условием: $(X_{j_0} = x_{j_0}^t)$ и для всех $j \neq j_0 (X_j = x_j^N)$], то вероятность возникновения базисного события a_r определяется значением функции влияния фактора X_{j_0} на a_r , когда фактор равен x_{j_0} ». Здесь x_j^N - нормальные значения факторов $X_j (j \neq j_0)$.

Таким образом, для каждого причинного фактора X_j в БЗ формируется n_j кортежей следующего типа $(r, j, x', f_j^r(x'))$, где x' - одно из n_j возможных значений фактора $X_j, j \in J, f_j^r(x')$ - значение функции влияния фактора X_j на БС a_r , когда $X_j = x'$.

Рассмотрим некоторое базисное событие "а" и допустим, что на его возникновение влияют факторы $X_j (j = 1, k)$. При этом для каждого фактора X_j описаны область возможных значений $(x_{j1}^1, x_{j2}^2, \dots, x_{jn}^n)$ и его

функция влияния $f_j^a(X_j)$. Пусть значения факторов для текущей ситуации равны x_j^t , т.е. текущая ситуация описана вектором (x_1^t, \dots, x_k^t) . Задача оценки агрегированного влияния совокупности факторов на вероятность БС может быть поставлена в следующей формулировке.

Определить вероятность БС "а", которое возникает под одновременным влиянием факторов X_j , когда эти факторы принимают значения x_j . Вероятность БС можно оценить [5] с помощью выражения

$$P(a) = 1 - \prod_{j=1}^k [1 - f_j(x_j^t)] \quad (1)$$

Таким образом, наблюдая за ситуациями ПОО, можно оценивать текущие значения вероятностей БС. Результаты, полученные с помощью МЭОШ, могут быть использованы как входные данные для традиционных методов ВАБ. Комплекс методов ДО, ДС и МЭОШ может быть модельно-алгоритмическим базисом для систем прогноза и анализа техногенных аварий. При этом опасность (по критерию вероятности нежелательных событий) моделируется, начиная с этапа ее «зарождения» до реализации аварии. При дальнейших разработках решения следует воспользоваться методом Монте – Карло для комбинаторных событий одного рода. Эта операция позволит восстановить иерархию «верхних» событий в ДО.

Выводы

Предложен подход к созданию экспертных систем, позволяющих оценивать вероятности возникновения элементарных нежелательных (базисных) событий на объектах строительства в целом и участках в частности.

База знаний подобных экспертных систем хранит и использует формализованные экспертные знания о возможных ситуациях на объектах СОБУТ и о степени влияния ситуаций на вероятности возникновения базисных событий.

Средством создания подобных экспертных систем является Метод экспертных оценочных шкал (МЭОШ).

1. Integrated Reliability and Risk Analysis System (IRRAS). Basic Training Course. NRC. - Washington, 1995. - 720 p. 2. Вероятностный анализ безопасности атомных станций (ВАБ) / В.В. Бегун, О.В. Горбунов, И.Н. Каденко и др. - К.: НТУУ "КПИ", 2000. - 568 с. 3. Серебровский А.Н. О создании интеллектуализированных систем оценки и анализа техногенной опасности // VI 1-я международная конференция "Интеллектуальный анализ информации". - Киев, 2007. - 15-18 мая. 4. Серебровский А.Н., Рогач В.Д. О формировании информационной основы систем оценки и анализа ситуаций на потенциально опасных объектах // Математичні машини і системи. - 2002. - № 3. - С. 62 - 70. 5. Серебровский А.Н. Об одном методе вероятностного анализа безопасности потенциально опасных объектов // Математичні машини і системи. - 2002. - № 1. - С. 41 - 48. 6. Serebrovsky A.N. Models and algorithms of probabilistic safety assessment of potentially hazardous objects // Вестник национального технического университета "ХПИ". - 2007. - № 6. - С. 127 - 134. 7. Серебровский А.Н. Методы оценки вероятностей отказов в процессах прогнозирования техногенных чрезвычайных происшествий // Математичні машини і системи. - 2007. - № 2. - С. 111 - 116. 8. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. - М.: Радио и связь, 1993. - 305 с.