КОСТЕРЕВ В.В.

Московский государственный инженерно-физический институт (технический университет)

ОБРАБОТКА НЕЧЕТКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКА ПЕРЕВОЗКИ РАДИОАКТИВНЫХ ГРУЗОВ

Развитие систем для оценки риска перевозки важных грузов, включая радиоактивные, предполагает проведение обработки информации различного типа, как четкой, так и нечеткой природы. Если информация имеет точный или четкий характер - детерминистские модели могут использоваться. Если информация неточна, то могут быть сделаны оценки, которые, в свою очередь, содержат неточность. Известно, что неопределенность может быть условно разделена на три типа: случайность, которая обуславливает вероятность, неточность, которая обуславливает нечеткость (размытость) и неведение (незнание). Большинство используемых способов обработки неопределенной информации основано на использовании статистических методов оценки, которые основаны на концепции вероятности. Даже в случае, когда неопределенность имеет нестатистический характер, формально применяют статистические методы анализа, молчаливо принимая предпосылку, что неопределенность любой природы может обрабатываться статистическими методами. Например, риск R может моделироваться, как имеющий функцию плотности вероятности $f(R)$. Данные для такой функции могут быть получены (когда это возможно) из достаточного числа испытаний. Имеется много математических моделей для функций плотности вероятности, каждая из которых при выполнении определенных условий (обычно приближенных) имеет право на существование. Функция плотности распределения результатов алгебраических действий над случайными переменными может быть рассчитана с использованием интегрального исчисления. Сложность требуемых вычислений существенна, но не чрезмерна. Распределение функций случайных переменных может также быть получено другими способами. Используется, например, Монте-Карло моделирование. Однако, неопределенности нечеткой природы трудно классифицировать на основании вероятностных методов. Кроме того, представляется некорректным использование термина "вероятность", когда он неверен, поскольку неопределенности неслучайной природы используются для получения оценок. Один из возможных путей описания нечеткости - использование теории нечетких множеств. Заде в 1964 г. предложил эту теорию для обработки нечеткой информации. Вместо характеристической функции с двузначными значениями, которые характеризуют принадлежность элемента к четкому множеству, он ввел функцию принадлежности, описывающую степень принадлежности элемента к нечеткому множеству. Нечеткий анализ использует расширенные алгебраические операции т.е. действия над нечеткими числами согласно принципа расширения Заде. Согласно этому принципу функция принадлежности $\mu_3(z)$ от z получается из функций принадлежности $\mu_1(x)$ от x и $\mu_2(y)$ от y как

$$\mu_3(z) = \max_{x*y=z} \{\min [\mu_1(x), \mu_2(y)]\}, \qquad (1)$$

где символ * означает одну из алгебраических операций: +, -, ´, /.

Выражение (1) является обманчиво простым. Однако его реализация на практике представляет собой сложную задачу. Наиболее подходящим методом является, пожалуй, метод вершин.

Для оценки риска перевозки радиоактивных грузов необходимо разработать модели возможных инцидентов и установить правила обработки функций, описывающих эти инциденты. На первом этапе в качестве таких инцидентов рассмотрены следующие: 1 - падение с моста, 2 - сход со стрелки, 3 - сход с рельсов на двухпутной дороге, 4 - сход с рельсов на однопутной дороге, 5 - столкновение со встречным поездом на однопутной дороге. Для оценок использованы данные по вероятностям соответствующих событий, полученные из литературы. Эти значения рассматривались как нечеткие числа с функциями принадлежности, подчиняющимися распределению Симпсона. Функция принадлежности результирующего риска транспортных инцидентов получается из функций принадлежности перечисленных транспортных инцидентов ($i, j, k = 1, 2, ..., n; n = 5$) как

$$\mu_R = \sum_i \mu_i \cdot \sum_{i,j} \mu_i\mu_j + \sum_{i,j,k} \mu_i\mu_j\mu_k + \ldots + (-1)^{n-1} \mu_1\mu_2 \ldots \mu_n. \qquad (2)$$

В расчетах по программе, реализующей выражение (1) с использованием метода вершин, получено максимальное значение функции принадлежности, соответствующее наиболее возможному значению риска - $2{,}14 \cdot 10^{-2}$. Минимальное значение риска - $2{,}14 \cdot 10^{-3}$. Максимальное - $7{,}73 \cdot 10^{-2}$.