

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ НА ПРЕВЕНТИВНЫЕ ДЕЙСТВИЯ В МОНИТОРИНГЕ РИСКА

Лапицкая Н. В.

Кафедра программного обеспечения информационных технологий,
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь
E-mail: lapan@bsuir.by

В процессе управления рисками любой природы важным является этап, на котором принимается решение о проведении мероприятий по предупреждению или снижению риска возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС) в интересующей нас области. Предложена модель выбора затрат на мероприятия по снижению рисков на основе многокритериальной оптимизации, которая обеспечивается программно реализованными методами ELECTRE I-IV, принадлежащими подходу РИПСА.

ВВЕДЕНИЕ

Будем считать, что для каждого из объектов наблюдения $X_i, i = \overline{1, N}$, выбирается мероприятие $G_m^i, m = \overline{1, S^i}, S^i \in N, i = \overline{1, N}$, которое является элементом множества $G^i = \{G_1^i, \dots, G_{S^i}^i\}, i = \overline{1, N}$, мероприятий, направленных на снижение риска ЧС.

Каждое мероприятие G_m^i характеризуется $w_m^i(T), m = \overline{1, S^i}, i = \overline{1, N}$, объемом затрат, производимых за период времени T на его осуществление. Перед лицом принимающим решение (ЛПР), возникает задача – выбрать мероприятие $G_j^i, j = \overline{1, S^i}, i = \overline{1, N}$, таким образом, чтобы затраты на его осуществление были соизмеримы с возможным ущербом от ЧС, на снижение риска которой оно направлено.

Мероприятия $G_m^i, m = \overline{1, S^i}, i = \overline{1, N}$, позволяют избежать ЧС посредством воздействия на причину $C_j, j = \overline{1, r}$, её возникновения.

I. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Каждая причина $C_j, j = \overline{1, r}$, характеризуется $r_j^N(T), j = \overline{1, r}$, риском возникновения ЧС в области O^N . Риск будет рассматриваться в виде математического ожидания размера ущерба, наносимого ЧС, произошедшими в области O^N за период времени T , т.е. в данном случае

$$r_j^N(T) = \bar{Y}_j^N(T), j = \overline{1, r}$$

ЛПР стремится в первую очередь воздействовать на ту причину $C_j, j = \overline{1, r}$, с которой связан наибольший риск. Причина $C_j, j = \overline{1, r}$, будет являться для ЛПР критерием, определяющим выбор альтернативы. ЛПР может ранжировать критерии в порядке снижения уровня риска.

Оценка $u_{m,j}^{i,N}(T)$ альтернативы G_m^i по различным критериям C_j задаётся соотношением

$$u_{m,j}^{i,N}(T) = r_j^N(T) - w_m^i(T),$$

причём $u_{m,j}^{i,N}(T) \geq 0, m = \overline{1, S^i}, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, r}$.

Производимые за период времени T затраты $w_m^i(T)$, связанные с мероприятием по снижению риска $G_m^i, m = \overline{1, S^i}, i = \overline{1, N}$, осуществляемым в области O^N на объекте наблюдения $O_i, i = \overline{1, N}$, не должны быть больше возможного размера ущерба от ЧС, которое может возникнуть в заданной области за этот период времени по причине $C_j, j = \overline{1, r}$.

II. ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ

Многокритериальность заключается в том, что необходимо выбирать альтернативу $G_m^i, m = \overline{1, S^i}, i = \overline{1, N}$, таким образом, чтобы избежать наибольшего из возможных размера ущерба от ЧС, но затратить на это наименьшее из возможного объёма средств.

В области O^N по каждому объекту наблюдения $O_i, i = \overline{1, N}$ строится своя модель затрат на снижение риска $Q(G^i, C, w^i, u^i), i = \overline{1, N}$, которую необходимо оптимизировать.

При построении модели задаются значения следующих параметров:

- **множество альтернатив** – множество $G_j^i, j = \overline{1, S^i}, i = \overline{1, N}$;
- **множество критериев** – множество $C = \{C_1, \dots, C_r\}, r \in N$;
- **веса** – множество $w^i = \{w_m^i(T), m = \overline{1, S^i}\}$;
- **множество оценок** – множество $U^i(T) = \{u_{m,j}^{i,N}\}, m = \overline{1, S^i}, j = \overline{1, r}$.

Заметим, что множество критериев может быть так же построено и из элементов множества поражающих факторов $F = \{F_j\}$, где $F_j = \{F_{j,1}, \dots, F_{j,l_j}\}, l_j \in N, j = \overline{1, r}$, соответствующих каждому элементу множества $C = \{C_1, \dots, C_r\}, r \in N$.

Для выбора наилучшего варианта решения необходим компромисс между оценками альтернатив по различным критериям.

Одним из подходов к сравнению многокритериальных альтернатив является подход, основанный на Разработке Индексов Попарного Сравнения Альтернатив (РИПСА).

Индексы попарного сравнения посредством бинарных отношений строятся на основе принципов согласия и несогласия, в соответствии с которыми одна альтернатива является, по крайней мере не худшей, чем другая, если:

- «достаточное большинство» критериев поддерживает это утверждение (принцип согласия);
- «возражения» по остальным критериям «не слишком сильны» (принцип малого несогласия);

Предпочтения ЛПР формируются при анализе проблемы в виде выделенных аналитиком из множества альтернатив – ядер недоминирующих элементов. В конечном итоге предложенный алгоритм может привести к одной лучшей альтернативе.

Практически реализованы методы ELECTRE I, II, III, IV, принадлежащие к подходу РИПСА, которые имеют различные алгоритмы сравнения альтернатив.

III. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАЧИ

Для создания комплекса поддержки принятия решений о выборе мероприятия по снижению риска необходимо создание следующего набора справочников:

- справочник мероприятий по снижению риска ЧС, содержащий информацию о различных размерах затрат на их осуществление в зависимости от выбранного сценария;
- справочник причин или поражающих факторов, содержащий информацию о размере возможного ущерба от ЧС (установленную экспертным путём или на основе статистических данных).

Для осуществления выбора альтернативы в соответствии с определёнными ЛПР параметрами модели затрат на снижение риска $Q(G^i, C, w^i, u^i), i = \overline{1, N}$, используют построенные реализации методов, принадлежащих к подходу РИПСА.

IV. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА ЧС НА СУБЪЕКТАХ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Примером использования описанного метода может являться формализация процесса осуществления государственного пожарного надзора на основе пожарно-технического обследования (ПТО) объекта (имущественный комплекс предприятия, здания, юридического лица, индивидуального предпринимателя, а также домовладения). Результаты ПТО находят отражение в контрольно-наблюдательном деле объекта, фиксируя свойства (характеристики, атрибуты)

объекта, которые могут изменяться с течением времени. Для статистического анализа состояния объекта наблюдения $O = O(x, y, h)$ (x, y, h позволяют задавать пространственные характеристики объекта) используется вектор состояний

$$S^O(t) = \{S_1^O(t), \dots, S_q^O(t)\}$$

где $S_k^O(t), k = \overline{1, q}, q \in \mathbb{N}$, – состояние k -го свойства объекта наблюдения $O = O(x, y, h)$ в момент времени $t, S^O(t)$ – q -мерный процесс с дискретным ($t \in \mathbb{Z}$) или непрерывным ($t \in \mathbb{R}$) временем. Разные объекты могут характеризоваться различным количеством $q \in \mathbb{N}$ и набором свойств $S_k^O(t)$.

Количество и набор свойств объекта наблюдения определяется ЛПР, которыми могут быть:

- субъекты хозяйствования;
- административные органы;
- службы оперативного реагирования;
- страховые организации;
- собственники.

На основании вектора состояний $S^O(t)$ объекта наблюдения $O = O(x, y, h)$ для любого момента времени t по существующим методикам определения индивидуального и комплексного риска используем необходимые в анализе характеристики (например, категория пожаро-, взрывоопасности объекта, реальный или прогнозируемый ущерб и т.п.)

Различные объекты наблюдения могут быть интегрированы по территориальному, отраслевому и категориальному признаку в области наблюдения $O^N = \{O_1, \dots, O_N\}, N \in \mathbb{N}$.

V. ВЫВОДЫ

При управлении рисками приходится анализировать информацию, связанную с редкими (относительно общего количества) явлениями, поэтому при анализе риска возможно рассмотрение исследуемых процессов как случайных процессов с нерегулярными наблюдениями. Для учёта нерегулярности при адаптации известных методов статистического анализа рекомендуется использовать поправку в расчёте основных характеристик случайного процесса (математическое ожидание, дисперсия, ковариационная функция) с целью повышения качества оценки.

1. Ларичев, О. И. Теория и методы принятия решений: Учебное пособие. – М.: Логос, 2010. – 392 с.
2. Литл, Р. Дж. Статистический анализ данных с пропусками. – М.: Финансы и статистика, 1991. – 336 с.
3. Санюк, Н. В. Использование геоинформационных технологий в оценке и прогнозировании ущерба чрезвычайных ситуаций // Известия белорусской инженерной академии. 2004. – №1(17)/4 – с. 34–38.