

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ МОНИТОРИНГА РИСКА В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Проведён анализ проблем выбора технических и программных средств мониторинга риска чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, риск, мониторинг.

V.O. Skripachev, O.V. Yakovlev

METHODOLOGICAL ASPECTS OF IMPLEMENTATION RISK MONITORING TECHNOLOGY IN TECHNICAL SYSTEMS

Analysis of problems of selecting hardware and software for monitoring the risk of emergencies.

Key words: emergency, risk, monitoring.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 25 сентября 2014 г.

Несмотря на усилия исследователей и разработчиков технических систем, не удаётся создать объекты гарантированной безопасности. При этом ещё раз подтверждается одно из положений системного анализа о том, что в сложных системах в большей мере проявляются системные свойства, которых может не быть у отдельных элементов системы [1].

Данное обстоятельство приводит к тому, что в сложных системах, несмотря на высокую надежность отдельных элементов, не всегда удается избежать отказов, сбоев в работе, аварийных и чрезвычайных ситуаций.

Примером тому могут служить крупные аварии и катастрофы в системах с высоким уровнем заложенной при проектировании надежности.

Анализ таких аварий имеет ряд общих черт: развитие аварийной ситуации начинается с накопления ряда мелких отклонений в функционировании объекта, каждое из которых в отдельности не представляет угрозы безопасности. По мере накопления таких отклонений возникает ситуация, когда персонал сталкивается с определенными трудностями в эксплуатации объекта, что приводит к ошибкам персонала. Неправильные управляющие воздействия в значительной мере усугубляют ситуацию и, в совокупности с отклонениями протекания технологического процесса от нормы, приводят к возникновению чрезвычайной ситуации на объекте [2].

С позиций теории управления, как наиболее разработанного раздела кибернетики, любая система рассматривается как совокупность управляющей и управляемой систем, между которыми существуют информационные и энергетические связи.

С созданием сложных технологических систем данная классическая структура управления уже не отражает многие реальные системные взаимодействия. Неучёт таких системных взаимодействий не позволяет обеспечить требуемый уровень безопасности новых технологий.

Для того, чтобы учесть в процессе управления вероятность возникновения ЧС, необходимо рассматривать не только сам процесс управления, но и процесс взаимодействия с другими системами. Причем рассматривать не только "дружественное" взаимодействие, но и возможности возникновения межсистемных конфликтов. Ведь создание практически любой новой сложной технологической системы вызывает ответную реакцию не только внешней среды, но и других взаимодействующих систем.

Наличие системных конфликтов является неизбежной реальностью нашей жизни. Разрешение таких конфликтов происходит в различных формах. Одной из форм разрешения конфликтов при взаимодействии систем являются чрезвычайные ситуации.

В чрезвычайных ситуациях расширяется круг взаимодействующих систем и возникают новые формы взаимодействия с образованием дополнительных энерго-вещественных и информационных связей.

При этом в ходе мониторинга вещественных, энергетических и информационных связей могут быть выявлены определенные информационные признаки риска возникновения ЧС.

Мониторинг риска ЧС будем рассматривать также в качестве информационного процесса. Основная направленность данного информационного процесса – уменьшение неопределенности в оценке риска.

Использование информации о риске при принятии решений по управлению риском вводит информационный процесс мониторинга риска в контур управления риском. Данное обстоятельство позволяет рассматривать информационный процесс мониторинга риска как составную часть информационного процесса принятия решения по управлению риском.

Информационный процесс мониторинга риска протекает также и на этапе контроля эффективности принимаемых решений по управлению риском.

Таким образом, функционально мониторинг риска как информационный процесс тесно связан как с функциями анализа, так и с функциями управления риском, что соответствует общей методологии мониторинга, принятой в [3, 4].

Под **информационно-технологическим процессом (ИТП)** мониторинга риска чрезвычайных ситуаций будем подразумевать основной макропроцесс преобразования информации о риске ЧС в оценку риска. ИТП будем рассматривать как технологическую реализацию операций, выполняемых в соответствии с концептуальной моделью исчисления рисков, приведённой в [5]. ИТП состоит из связанного набора действий, выполняемых в определенной последовательности с использованием различных методов обработки и инструментальных средств, охватывающих все этапы обработки информации, начиная с получения первичных данных и заканчивая передачей информации о риске ЧС, необходимой для решения задач анализа и управления риском

Сущностью ИТП в автоматизированной информационно-управляющей системе управления риском ЧС является сбор, преобразование и приведение информации о риске в соответствие с целями и требованиями потребителей – органов управления предупреждением и ликвидацией ЧС.

Соответственно, ИТП может быть реализован в виде *информационно-технической системы (ИТС)*, обеспечивающей сбор, обработку и передачу информации о риске. В общем случае такая ИТС представляет собой совокупность программных и технических средств:

$$C_{ИТС i} = \{H_{ИТС i}, S_{ИТС i}\},$$

где $C_{ИТС i}$ – совокупность средств, составляющих ИТС;

$H_{ИТС i}$ – совокупность технических средств;

$S_{ИТС i}$ – совокупность программных средств.

Для отбора технических и программных средств в состав ИТС можно использовать два подхода.

Первый подход базируется на применении метода экспертных оценок, в котором используются процедуры ранжирования и метод парных сравнений.

Для получения парных сравнений объектов используется метод анкетирования, предусматривающий заполнение экспертом таблицы с одинаковым числом строк и столбцов. При этом значение элемента, стоящего на пересечении i -й строки и j -го столбца, определяется по формуле [6]:

$$a_{ij} = \begin{cases} 0, & A_i < A_j; \\ 1, & A_i \sim A_j; \\ 2, & A_i > A_j. \end{cases}$$

Второй подход опирается на методы динамического программирования. Динамическое программирование решает задачу, разбивая её на подзадачи и объединяя их решения. Динамическое программирование применимо тогда, когда подзадачи не являются независимыми, иными словами, когда у подзадач есть общие "подподзадачи".

Алгоритм, основанный на динамическом программировании, решает каждую из подзадач единожды и запоминает ответы в специальной таблице, это позволяет не вычислять заново ответ к уже встречавшейся подзадаче.

В типичном случае динамическое программирование применяется к задачам оптимизации. У каждой такой задачи может быть много возможных решений; их "качество" определяется значением какого-то параметра, и требуется выбрать оптимальное решение, при котором значение параметра будет минимальным или максимальным (в зависимости от постановки задачи). Вообще говоря, оптимум может достигаться для нескольких разных решений [7, 8].

Сама задача заключается в том, чтобы найти такие ИТС x_1, x_2, \dots, x_N , чтобы максимизировать общую полезность Z получаемых данных в рамках ограниченных ресурсов V , то есть

$$\begin{aligned} Z &= c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_Nx_N \rightarrow \max; \\ a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_Nx_N &\leq V; \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_N &\geq 0, \end{aligned}$$

где x_1, x_2, \dots, x_N – целые;

a_i, V, c_i – константы, $i = 1, 2, \dots, N$.

Таким образом, каждая ИТС обеспечивает получение наиболее ценных данных о каком-либо параметре техносферы с течением времени. Соответственно, получаем совокупность рядов измерений:

$$P(t) = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$$

где $P_i(t) = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ – измерения, полученные каждой ИТС.

Следующим шагом должна быть обработка временных рядов $P_i(t)$. При этом целесообразно использовать различные методы обработки в зависимости от их физической природы и шкал измерений: дихотомической, номинальной, интервальной.

Как правило, используются:

- корреляционный анализ для поиска тесноты связи между данными, полученными различными ИТС $P_i(t)$ и $P_k(t)$;
- регрессионный анализ для поиска количественных значений параметров;
- пробит-анализ – частный случай регрессионного анализа, позволяющий оценить не количественные значения, а вероятность возникновения события;
- спектральный анализ – метод, базирующийся на преобразовании Фурье.

Отдельно следует упомянуть о необходимости проверки значимости в проводимых статистических исследованиях.

Для определения уровня значимости, согласно теории математической статистики, требуется задание статистических гипотез. Как правило, используются: H_0 – нулевая гипотеза и H_1 – альтернативная гипотеза. Статистическая значимость определяется только на основе нулевой гипотезы.

Использование данных методов обуславливает применение современных информационных технологий и их адаптацию к решаемым задачам и имеющимся исходным данным.

Применение таких методов позволяет подойти к решению вопросов прогнозирования ЧС в части выявления предвестниковых вариаций в измеряемых параметрах, рассматриваемых как информационные признаки риска. Выявленные предвестниковые вариации могут являться основой для составления базы знаний, содержащей сигнатуры, предшествующие возникновению ЧС.

Литература

1. **Малинецкий Г.Г.** Сценарии, стратегические риски, информационные технологии // Информационные технологии и вычислительные системы. 2002. № 4.
2. **Владимиров В.А., Воробьев Ю.Л., Малинецкий Г.Г., Подлазов А.В. и др.** Управление риском. Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. М.: Наука, 2000.
3. **Герасимов И.П.** Научные основы мониторинга окружающей среды // Изв. АН СССР. Сер. географ. 1975. № 3.
4. **Яковлев О.В.** Информационный мониторинг риска чрезвычайных ситуаций: от истоков возникновения до наших дней // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2008. № 1.
5. **Яковлев О.В.** Концептуальные основы мониторинга риска в условиях системных конфликтов // Проблемы анализа риска. 2007. № 3.
6. **Давнис В.В., Тинякова В.В.** Прогнозные модели экспертных предпочтений. Воронеж: изд-во Воронежского гос. ун-та, 2005. 248 с.
7. **Dennis Blumenfeld.** Operations Research Calculations Handbook. CRC Press. 2 edition, 2012, 256 p.
8. **Канцедал С.А.** Дискретная математика: учеб. пособие. М.: ИД "Форум": ИНФРА-М, 2013. 224 с.