

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровков А.А. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1986. – 432 с.
2. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. – М.: Академия ГПС, 2000. – 118 с.
3. Кошмаров Ю.А., Рубцов В.В. Процессы нарастания опасных факторов пожара в производственных помещениях и расчет критической продолжительности пожара. – М.: МИПБ МВД России, 1999. – 89 с.
4. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. – М.: Наука, 1968. – 463 с.

УДК 504.064.36:574

Бессонный В.Л., преп., УГЗУ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИНФОРМАЦИОННОЙ ИЗБЫТОЧНОСТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

(представлено д-ром техн. наук Прохачем Э.Е.)

Предлагается использование метода информационной избыточности для обеспечения достоверности результатов мониторинга чрезвычайных ситуаций путем введения в систему дополнительных переменных с целью получения контрольных соотношений между переменными, а также с использованием соответствующих организационных мер.

Постановка проблемы. Учет факторов, влияющих на снижение достоверности, позволяет еще на этапе проектирования систем мониторинга чрезвычайных ситуаций (СМЧС) заложить основы не только для контроля и анализа, но и для обеспечения и даже повышения достоверности информации в системе. Это повышение можно осуществить на основе системного подхода путем введения информационной избыточности в сочетании с использованием высоконадежных и помехозащищенных технических и программных средств, постоянным контролем и прогнозированием состояния всех компонентов СМЧС, а также с использованием соответствующих организационных мер и методов оценки результа-

тов с точки зрения заранее заложенных критериев и здравого смысла.

Анализ последних исследований и публикаций. В работе [1] приводятся требования к построению структурных подсистем мониторинга чрезвычайных ситуаций, в том числе обеспечение мониторинга радиационной опасности, а также аппарат математического моделирования систем мониторинга чрезвычайных ситуаций. Общие подходы к контролю передачи информации изложены в [2]. В работе [3] описываются методы обнаружения нарушения работы отдельных блоков системы путем вычисления дополнительной переменной.

Постановка задачи и ее решение. При решении задачи обеспечения достоверности информации на выходе СМЧС следует учесть, что очень важным этапом является недопущение ввода в СМЧС недостоверной информации, поступающей от внешних источников через преобразователи формы информации (ПФИ), такие, как детекторы, промежуточные усилители, формирователи и функциональные преобразователи, аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи и т. п.

Информационная избыточность предполагает введение в систему избыточных переменных, т. е. дополнительной информации, с целью получения контрольных соотношений между переменными. Простейшим примером использования информационной избыточности являются корректирующие коды. Однако с помощью таких кодов можно обнаруживать помехи, влияющие, в принципе, на не изменяемую информацию (например, на информацию, передаваемую по каналу связи). Чтобы обнаружить нарушения в работе отдельных блоков системы, в процессе обработки данных вычисляется дополнительная переменная и выполняется контроль соотношения между этой переменной и некоторой функцией основных переменных. Здесь в отличие, например, от метода дублирования средств с «горячим» резервированием, где используются два одинаковых комплекта аппаратуры, возможно использование помимо основного комплекта технических средств весьма простого процессора, вычисляющего одну или несколько вспомогательных переменных и реализующего операции сравнения.

В простейшем случае кроме переменных y_1, \dots, y_n , подлежащих контролю, вычисляется дополнительная переменная

$y_{n+1} = \sum_{i=1}^n y_i$, причем непрерывное сравнение значений y_{n+1} , и фактической $\sum_{i=1}^n y_i$ суммы на выходе системы обеспечивает контроль за решением задачи.

Если ввести k дополнительных переменных y_{n+1}, \dots, y_{n+k} , каждая из которых вычисляется своим блоком, то вместо скалярного уравнения контроля

$$\Delta = m_1 y_1 + \dots + m_n y_n + y_{n+1} = 0$$

используется векторное уравнение с матрицей коэффициентов $M = [m_{ij}]$ размером $k \times (n + k)$.

Если n переменных алгоритма y_i , где $i = \overline{1, n}$, образуют вектор Y , то для введения избыточности необходимо выполнить линейное преобразование вектора Y с помощью матрицы A размером $[n \times l]$, причем $l > n$

$$Y = A\bar{Y},$$

где Y – вектор, составленный из l избыточных значений переменной \bar{y}_i , $i = \overline{1, l}$.

Преобразование однозначно, если к системе n уравнений с l неизвестными добавить $k = l - n$ дополнительных уравнений, например, вида

$$M\bar{Y} = 0,$$

где $M = [k \rightarrow l]$ — матрица заданного вида.

Совместное решение уравнений, описывающих Y и $M\bar{Y}$, даст

$$\bar{Y} = BY,$$

где $B = [l \times n]$ — матрица обратного преобразования. Ее можно построить из условий $AB = E$ и $MB = 0$ следующим образом

$$B = \begin{bmatrix} A \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ M \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} E \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 0 \end{bmatrix}.$$

Отметим то, что выражение $\bar{Y} = BY$ или $y_{n+1} = \sum_{i=1}^n y_i$ нельзя рассматривать как формулы для вычисления избыточных переменных, а лишь как формулы для предварительного преобразования исходных алгоритмов. Так, если исходный алгоритм $y = F_i(x_1, \dots, x_m)$, $i = \overline{1, n}$ или (в векторной форме) $Y = F(x)$, то после линейного преобразования переменных с введением избыточности получим $\bar{Y} = \bar{F}(x)$, где $\bar{F} = B \cdot F$ — новая вектор-функция. В частности, из выражения $y_{n+1} = \sum_{i=1}^n m_i y_i$ имеем $f_{n+1} = \sum_{i=1}^n m_i f_i$.

Если $\sum_{i=1}^n m_i f_i$ «сворачивается» в компактную функцию f_{n+1} , то преобразование с введением избыточности приводит к экономичному избыточному алгоритму вычисления исходных функций f_i , $i = \overline{1, n}$ и дополнительной функции f_{n+1} . В противном случае приходится продублировать вычисление функций f_i для получения f_{n+1} .

Алгоритм контроля при использовании метода избыточных функций сводится к вычислению исходных переменных y_i , $i = \overline{1, n}$ а также y_{n+1} и определению контрольной суммы $\Delta = \sum_{i=1}^n m_i y_i - y_{n+1}$, причем если $|\Delta| \leq \Delta_{\text{доп}}$, ошибка не фиксируется. В противном случае вычисления повторяются. Если и повторно ситуация сохраняется, то сбой рассматривается как устойчивый. Блок-схема системы, использующей методы введения информационной избыточности, в общем виде представлена на рис. 1.

При использовании методов введения информационной избыточности сохраняется возможность необнаружения ошибок, с одной стороны, из-за компенсации ошибок в контрольной сумме, а с другой — из-за маскировки ошибки на фоне шума. Вероятность

Использование метода информационной избыточности для обеспечения достоверности результатов мониторинга чрезвычайных ситуаций

взаимной компенсации ошибок в контрольной сумме обратно пропорциональна динамическому диапазону системы и представляет собой весьма малую величину, которой можно пренебречь.

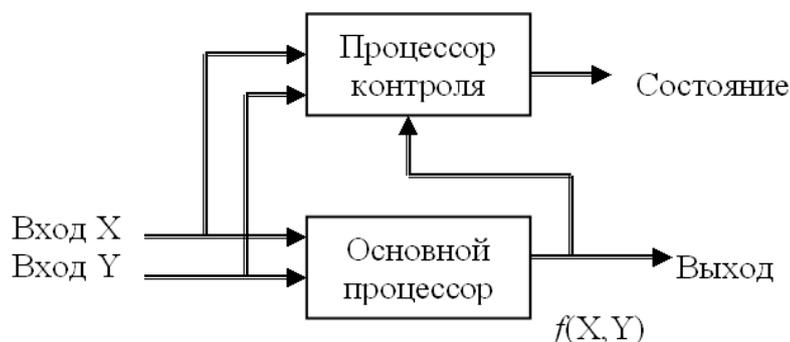


Рис. 1 – Блок-схема системы, реализующей принцип введения информационной избыточности

Вторая причина необнаружения ошибок связана с чувствительностью контроля к ошибкам переменных, особенно с максимальным коэффициентом влияния.

Методы введения информационной избыточности не только позволяют обнаруживать ошибки и локализовать их распространение, но также обеспечивают и их автоматическую коррекцию. Использование подобных методов связано с введением относительно небольшой избыточности. Однако они обладают серьезным недостатком – отсутствием универсальности и сложностью вычисления избыточных функций. Поэтому на практике систем обработки данных, к которым предъявляются повышенные требования и отношении отказоустойчивости, целесообразно использовать сочетание всех методов введения избыточности с целью получения оптимального решения проблемы.

Однако есть еще одна очень важная область, которую нельзя оставить вне поля зрения, если речь идет об оценке и обеспечении достоверности информации. Эта область охватывает проблемы организационно-методического характера. Достоверность данных зачастую тесно связана с принятой концепцией СМЧС, используемыми в ней методиками оценки обстановки, степенью четкости и нормализации аналитических методов и (или) результатов анализа, используемыми методами контроля качества. Недостаточно в процессе анализа обстановки ответить на вопросы «что присутствует», «сколько присутствует», «в какой форме присутствует». Необходимо при планировании и проведении анализа, а также ин-

терпретации результатов учитывать все релевантные факторы и соотношения системы «Окружающая среда», влияние отдельных элементов системы друг на друга и на систему в целом. В этом смысле представляет интерес рассмотрение структуры организационно-методологической системы «Анализ окружающей среды» концептуальная модель которой приведена на рис. 2. Эта система состоит из ряда подсистем. Законодательно-административная подсистема (ЗА) определяет области исследований, которые следует проводить, типы веществ и их допустимые концентрации, частоту и места отбора проб, точность и достоверность данных и их информационную ценность.

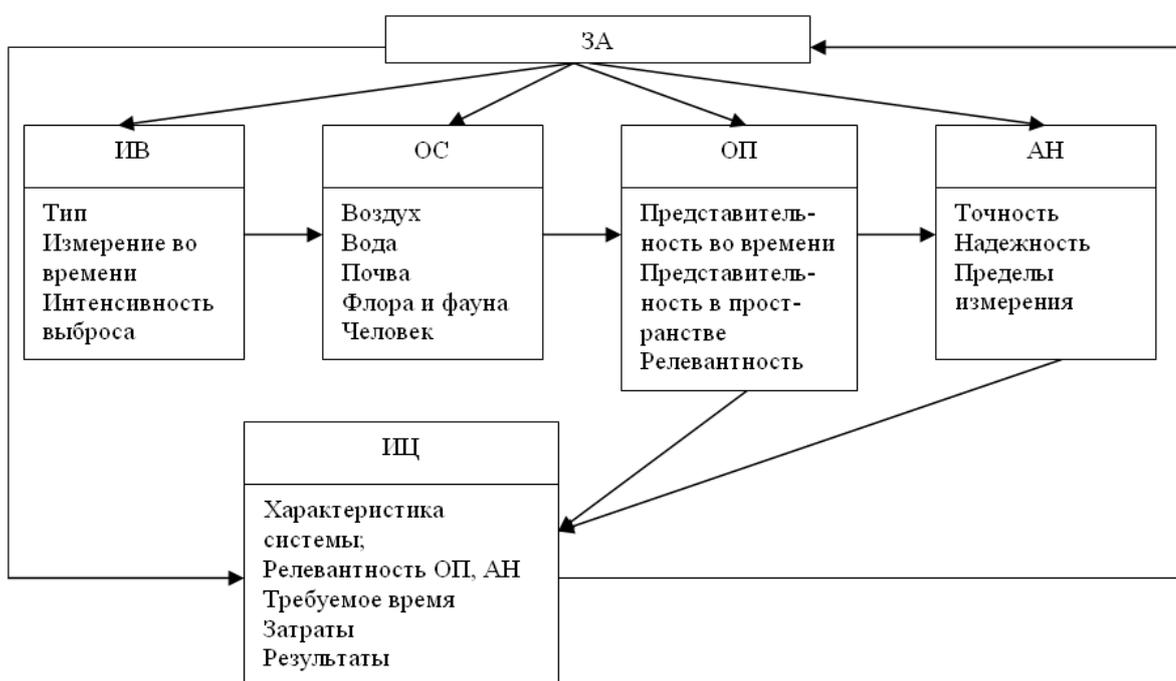


Рис. 2 – Концептуальная модель системы «Анализ окружающей среды» ЗА – законодательно-административная система, ИВ – источник вещества, ОС – окружающая среда, ОП – отбор проб, АН – анализ, ИЦ – информационная ценность

Между элементами подсистемы ЗА существуют определенные информационные соотношения. Так, элемент «источник вещества» (ИВ) характеризует (как правило, весьма недостоверно) типы, количество (интенсивность выброса) и время выброса, а также динамику выброса веществ. Этот элемент рассматривается в качестве базового для ряда подсистем и элементов подсистем, между которыми существуют материальные отношения. Подсистема «Ок-

ружающая среда» (ОС) содержит ряд элементов (воздух, осадки, вода, почва, флора, фауна, человек), между которыми, а также элементом «Отбор проб» (ОП) существуют определенные соотношения. Каждый выброс приводит к нарушению равновесия в распределении веществ в окружающей среде. Это в свою очередь приводит к изменению динамического равновесия материальных потоков. При знании всех биологических, химических и физических законов каждый шаг и переход в этом равновесии может быть понят и математически описан с помощью моделей. Конечной целью анализа в подобной ситуации являются описание распределения веществ в окружающей среде с учетом потенциального риска для человека и, хотя ни источник вещества, ни подробности материальных потоков достаточно точно не идентифицированы, вычисление точной нагрузки на человека.

Исчерпывающее описание распределения веществ в окружающей среде требует полного их контроля и знания вариаций в пространстве и времени. Из-за большого числа элементов в подсистеме ОС и неадекватного знания этой подсистемы в целом описание обстановки и ее контроль в полном объеме невозможны. Исследования могут быть ограничены случайными пробами, содержание которых может совершенно отличаться от характерного для данного элемента подсистемы ОС. Поэтому ценность информации, полученной при анализе пробы, должна определяться такими факторами, как представительность во времени и пространстве и релевантность (т. е. возможность экстраполяции анализа пробы на весь элемент подсистемы ОС).

Выводы. Исходя из сказанного выше, можно сформулировать следующие рекомендации, преследующие цель обеспечения достоверности данных мониторинга чрезвычайных ситуаций.

1. Методика выполнения измерений показателей чрезвычайной ситуации должна включать определенную долю избыточности, позволяющую критически оценивать процесс измерений, а программа предварительной обработки результатов измерений должна включать подпрограмму анализа достоверности измерений, обеспеченную надежными оценками пределов неопределенности, полученных на основе исследования характеристик процессов измерений, а также позволяющую осуществлять контроль параметров измерительного процесса в режиме реального времени.

2. Обработка данных измерений с целью оценивания чрезвычайной ситуации и выработки рекомендаций для принятия ре-

шений должна строиться с использованием принципа информационной избыточности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.О., Гринченко Є.М., Кірючкін О.Ю. та ін. Моніторинг надзвичайних ситуацій. Підручник. Вид-во: АЦЗУ м. Харків, 2005. – 530 с.
2. Савельев А.Я. Основы информатики. М.; МГТУ имени Н.Э.Баумана, 2003. – 460 с.
3. Еремеев И.С., Кондалев А.И. Интеллектуальные терминалы. – Киев: Техніка, 1984. – 128 с.
nuczu.edu.ua

УДК 621.865.8

Бондаренко С.Н., канд. техн. наук, доц., УГЗУ

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К МОБИЛЬНЫМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСАМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫМ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ (представлено д-ром техн. наук Бодянским Э.В.)

В статье рассмотрены область применения, круг решаемых задач, требования к мобильным РТК, предназначенных для работы в экстремальных условиях

Постановка проблемы. По мере интенсификации промышленного производства неуклонно растет количество чрезвычайных ситуаций (ЧС), обусловленных технологией производства, в таких отраслях как атомная энергетика, химическая, металлургическая, горнодобывающая отрасли промышленности. В ряде случаев при ЧС создаются такие условия, которые полностью исключают присутствие человека. Единственным средством, которое может его заменить являются мобильные робототехнические комплексы (РТК).

Поэтому существует необходимость применения РТК для исключения или минимизации фактора риска для жизни и здоровья человека.