

**СОПРОВОЖДЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ
ИНФОРМАЦИОННОЙ ИЗБЫТОЧНОСТИ**

Валеев С.С., Кондратьева Н.В., Никитин А.П.

Уфимский государственный авиационный технический университет,

Россия, г. Уфа, ул. Карла Маркса д.12

vss2000@mail.ru, knv24@mail.ru, daddy_palych@mail.ru

Аннотация: Рассматривается проблема сопровождения системы технической безопасности на основе информационной избыточности. Обсуждается проектирование систем управления рисками. Предлагается информационная поддержка на основе технологий IoT и больших данных для определения динамики рисков. Эффективность метода оценивалась посредством моделирования процесса принятия решений в критической ситуации.

Ключевые слова: крупномасштабная система, система технической безопасности, избыточность информации.

Введение

При проектировании многоуровневых систем управления рисками в объектах инфраструктуры учитываются особенности самого объекта и внешней среды. Во время работы системы основное внимание уделяется поддержанию целостности системы [1, 2]. В ряде случаев целесообразна разработка универсального проектного решения с учетом возможности использования имеющихся данных о состоянии инфраструктурных объектов заданного класса и состояния внешней среды. Подобная информация генерируется различными сенсорами и накапливается в распределенных базах данных. Развитие технологий больших данных и алгоритмов их анализа позволяет решать задачи получения обобщенных характеристик для того или иного случая [3-5]. Кроме того, в критической ситуации возникает множество факторов неопределенности, которые необходимо учитывать при принятии решения по минимизации рисков. В настоящее время решение проблемы снижения рисков в условиях неопределенности является важной задачей [6-8].

Как правило, системы технической безопасности (СТБ) отвечают за предупреждение и возможное предотвращение нежелательных последствий различных угроз. К ним относятся, например, противопожарные системы, системы видеонаблюдения и системы контроля доступа. Общей особенностью упомянутых систем является стационарное размещение датчиков в соответствии с техническими требованиями к конструкции СТБ. Предполагается, что поле данных, используемое для реализации основных задач СТБ однородное (стационарное). Однако эта однородность нарушается, так как некоторые датчики выходят из строя. При этом снижается эффективность обнаружения пожара на начальном этапе, что может привести к катастрофическим последствиям. Информационная поддержка в критических ситуациях на основе системы поддержки принятия решений (СППР) предлагается в качестве инструмента снижения риска. В связи с этим целесообразно разработать СППР на основе информационной избыточности, а именно технологий интернета вещей (IoT) и технологий больших данных (Big Data).

1 Информационная избыточность

Информационная избыточность определяется как информация о состоянии окружающей среды и объекта мониторинга, собираемая с заданной периодичностью на этапе эксплуатации системы технической безопасности. Собранная информация позволяет внедрить систему распознавания состояния внешней среды и внутренней среды для дальнейшей оценки динамики рисков.

Проектирование СППР оправдано для сложных инфраструктур и процессов. Эффективное принятие решений в критических ситуациях в крупномасштабных системах в условиях, описанных выше сложно обеспечить централизованной схемой. Поэтому предлагается двухуровневая система поддержки принятия решений, которая снижает общую сложность задачи принятия решений и, как следствие, увеличивает скорость процесса минимизации рисков.

Поток информации от датчиков исполнительного уровня поступает на уровень системы сбора данных и системы управления. База данных датчиков и исполнительных механизмов получает информацию о состоянии элементов исполнительного уровня. В обратном направлении передается информация, которая необходима для эффективного функционирования датчиков и приборов. Принятие решений на уровне координации в реальном времени основано на результатах работы нейронной сети. СППР рекомендует оптимальные варианты оптимизации риска для данной ситуации на основе взвешенной меры эффективности G , определяемую как

$$(1) \quad G = \sum_{i=1}^N w_i g_i,$$

где значения весов w_i задаются экспертом, а g_i являются частными показателями эффективности, характеризующими критическую ситуацию в данный момент времени. Ядро СППР представляет собой базу данных, в которой несколько сценариев хранятся вместе с соответствующими показателями эффективности. Также в рамках исследования рассматривается концепция разработки интеллектуальной отказоустойчивой системы сбора данных. Она основана на иерархической организации системы сбора данных, которая гарантирует контроль состояния объекта в непрерывном режиме.

2 Оценка эффективности СППР

Обобщенная схема распределенной системы технической безопасности на основе информационной избыточности представлена на рис. 1. Система включает в себя физический уровень данных (ФУД), уровень базы данных (УБД), уровень моделей риска (УМР).

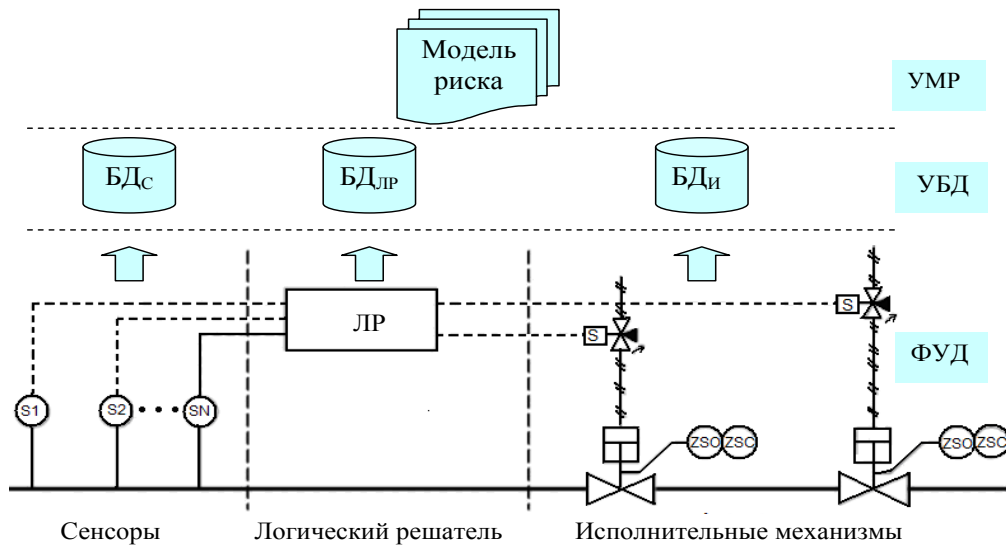


Рис. 1. Поддержка распределенной системы технической безопасности на основе информационной избыточности

На рис. 2 представлены компоненты УМР. Уровни риска рассчитываются с использованием данных, получаемых с интеллектуальных сенсоров (рис. 2, а).

Возможное распределение уровней риска представлено на рис. 2, б, где значения уровней риска обозначены разными цветами; вершины графа определяют возможные действия по минимизации рисков. Основной задачей принятия решений является поиск маршрута с минимальным риском. Дерево решений представлено на рис. 2, в.

Для практической реализации поддержки распределенных систем технической безопасности крупномасштабных систем с применением СППР на основе избыточности информации требуются высокопроизводительные вычислительные системы.

Например, в качестве критерия эффективности СППР может быть принят риск:

$$(2) \quad Q_E = 1 - P_E,$$

где P_E – вероятность успешного результата, например, в случае критической ситуации:

$$(3) \quad P_E = \frac{0,8 \cdot t_{bl} - t_{est}}{0,8 \cdot t_{bl}}, \quad t_{est} < 0,8 \cdot t_{bl},$$

где t_{bl} – время блокирования выходов из инфраструктурного объекта (в рассматриваемом случае $t_{bl} = 288$ с); t_{est} – оцениваемое время эвакуации для каждого из возможных эвакуационных путей.

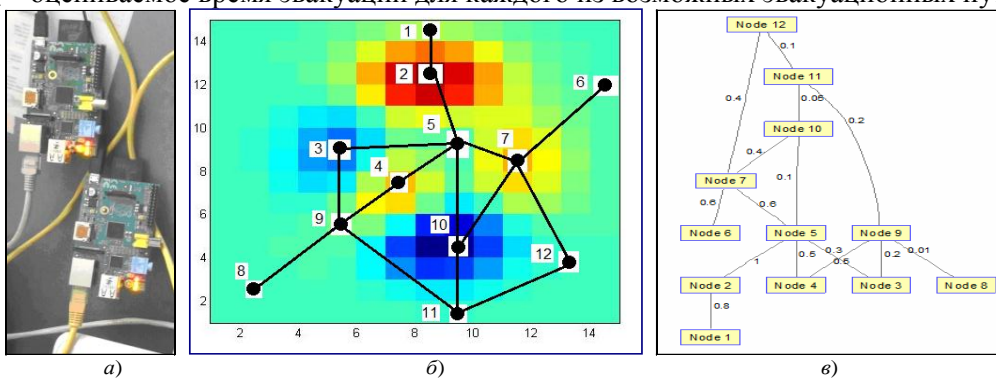


Рис. 2. Компоненты уровня моделирования риска (УМР)

Таблица 1. Результаты моделирования уровней риска

Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Exit 1 (node 6)	2.9	2.1	1.4	1.6	1.1	0	0.6	1.26	1.25	1	1.05	1
Exit 2 (node 11)	1.95	1.15	0.4	0.65	0.15	1.05	0.45	0.21	0.2	0.05	0	0.1

Расчетное время эвакуации зависит от выбранного решения, включая G :

$$(4) \quad t_{est} = f(P_E, G).$$

Оценка эффективности предложенного подхода основывалась на моделировании процесса принятия решения при эвакуации из пункта 5 (рис. 2, б) крупномасштабной системы, имеющей два выхода. Значение полученных значений рисков представлены в табл. 1. Пути эвакуации с минимальным риском, приводящие к выходу № 2, были найдены в результате принятия решения с помощью интеллектуальной СППР.

Заключение

Рассмотрена задача поддержки распределенной системы технической безопасности на основе информационной избыточности. Информационная избыточность определяется как информация о состоянии окружающей среды и объекта мониторинга, собираемая с заданной периодичностью на этапе эксплуатации системы технической безопасности. Собранная информация позволяет внедрить систему распознавания состояния внешней среды и внутренней среды для дальнейшей оценки динамики рисков. Эффективность метода оценивалась посредством моделирования процесса принятия решений в критической ситуации

Литература

1. Васильев С.Н., Цвиркун А.Д. Проблемы управления развитием крупномасштабных систем в современных условиях // В сборнике: Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2016 труды девятой международной конференции. 2016. – С. 13-22.
https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/safety-pp002_-en-e.pdf
2. Валеев С.С., Таймурзин М.И., Кондратьева Н.В. Адаптивная система сбора информации в технических системах безопасности // Автоматизация в промышленности. 2011. № 4. – С. 11-14.
3. Weisenpacher P., Halada L., Glasa J. Computer Simulation of Fire in a Tunnel Using Parallel Version of FDS // in Proc. of the Mediterranean Combustion Symp., Assoc. Sezione Italiana del Combustion Inst., 2011.
4. Yang P., Li C., Chen D., Fire Emergency Evacuation Simulation Based on Integrated Fire–Evacuation Model with Discrete Design Method // Advances in Engineering Software, vol. 65, 2013. – P. 101-111.
5. Zack M. H. The Role of Decision Support Systems in an Indeterminate World // Decision Support Systems. Vol. 43, 2007, – P. 1664-1674.
6. Валеев С.С., Кондратьева Н.В., Аглетдинова А.Ф. Проектирование автоматизированной системы управления эвакуацией в критических ситуациях на основе принципов системного инжиниринга // Научный вестник МГТУГА, 2015, № 217 (7). – С. 150-156.
7. Кондратьева Н.В., Валеев С.С. Архитектура распределенной системы управления эвакуацией в критических ситуациях на основе парадигмы больших данных // В сб.: Управление развитием крупномасштабных систем. Материалы Восьмой межд. конф.: в 2 томах. ИПУ им. В.А.Трапезникова, 2015. – С. 109-113.