

# ПРОГРЕСИВНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

## ПРОГРЕССИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### PROGRESSIVE INFORMATION TECHNOLOGIES

---

---

УДК [004.78:33] (075.8)

В. П. Авраменко

#### СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ

---

*Разработаны структура, состав и информационные технологии поддержки принятия решений по ликвидации нештатных и аварийных ситуаций, которые контролируются охранно-пожарной сигнализацией. Приведен пример выбора комплекса аппаратно-программных средств по совокупности локальных критериев, в качестве которых выступают технико-экономические показатели эффективности принятия решений по ликвидации нештатных ситуаций.*

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Место решаемой задачи. Успешное функционирование предприятий производственной и непроизводственной сферы, банковских и коммерческих организаций требует обеспечения безопасности объектов деятельности и сотрудников этих организаций на случай возникновения нештатных ситуаций, защиты их от несанкционированного доступа, нападения и принуждения к несанкционированным действиям. Отсюда возникает необходимость разработки системы поддержки принятия решений (СППР), позволяющей повысить достоверность контроля охранно-пожарной сигнализации и ускорить ликвидацию возникшей нештатной ситуации. Современное состояние средств вычислительной техники позволяет оборудовать охра-

няемые объекты современными СППР, позволяющими надежно контролировать состояние охраняемого объекта.

Существующая практика проектирования СППР по совокупности технико-экономических показателей часто наталкивается на противоречие между заданными требованиями и количеством выделенных ресурсов. На начальных этапах проектирования СППР применяются эвристические методы многоальтернативного выбора структуры и состава аппаратно-программных средств создаваемой системы. Численные методы системной оптимизации позволяют выбрать предпочтительные проектные решения по совокупности количественных и качественных показателей, выступающих в качестве локальных критериев. Решение такого класса задач требует разработки моделей и методов, ориентированных на многоальтернативные технологии проектирования СППР.

*Цель решаемой задачи* состоит в создании и апробации методологии и информационных технологий проектирования СППР, направленных на повышение безопасности охраняемых объектов и минимизацию затрат по ликвидации возникших нештатных ситуаций.

## 1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

*Объект исследования* – процессы поддержки принятия решений, направленные на повышение безопасности охраняемых объектов и минимизацию затрат по ликвидации возникших нештатных ситуаций.

*Предмет исследования* – методы, модели и информационные технологии поддержки принятия решений по ликвидации возникших нештатных ситуаций.

*Методы исследования* – системный анализ принятия проектных решений, направленных на повышение безопасности охраняемых объектов; многоальтернативный подход к выбору комплекса технических средств.

**Анализ состояния решаемой задачи.** Научным аспектам создания СППР по ликвидации нештатных ситуаций посвящены работы [1–4]. Принцип многоальтернативности принимаемых решений отражен в работе [1], в которой из множества допустимых решений выбирается более предпочтительный вариант по совокупности технико-экономических показателей безопасного функционирования охраняемых объектов. Для оперативного управления ликвидацией аварийных ситуаций применяются методы оперативной аналитической обработки данных [2]. Методам ликвидации аварийных ситуаций в энергосистемах посвящены работы [3–4]. В настоящее время практически отсутствуют работы по созданию методологий и технологий создания СППР для аварийных и нештатных ситуаций.

## 2 РЕЗУЛЬТАТЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

**Методология создания СППР безопасности охраняемого объекта.** В связи с ростом числа средних и мелких предприятий и учреждений, занимающихся финансовой и коммерческой деятельностью, возникла настоятельная необходимость создания систем, обеспечивающих их охранную и противопожарную безопасность. Бурный рост выпуска устройств контроля состояния и наблюдения, а также общая тенденция снижения их стоимости, позволяют оборудовать охраняемые объекты современными электронными средствами, позволяющими круглосуточно и с высокой достоверностью контролировать состояние охраняемых объектов.

Процессы управления в производственной и непроизводственной сферах подразделяются на управление в штатных режимах и нештатных ситуациях. Штатным является режим управления, когда параметры и переменные контролируемого объекта не выходят за пределы предписанных ему значений. Управление штатными ситуациями обычно возлагают на систему автоматического управления. Нештатными принято называть ситуации, когда параметры и пере-

менные контролируемого объекта превышают предписываемые ему значения. Ликвидация нештатных ситуациях возлагается, как правило, на диспетчера, в распоряжении которого имеется информационно-советующая система поддержки принятия решений.

На распознавание возникшей нештатной ситуации и принятие управленческого решения по ее устранению отводится весьма ограниченный интервал времени. Для повышения качества принимаемых управленческих решений целесообразно создание СППР, которые позволят обработать значительно большее количество информации и уменьшат влияние человеческого фактора на принятие решения [3–4].

Основными функциональными задачами охранно-пожарных и защитных СППР являются: обслуживание охраняемых объектов с распределенной структурой; высокое быстродействие в реальном масштабе времени; выработка управленческих решений для штатных и нештатных ситуаций; обеспечение требуемой надежности работы оборудования. Основным критерием выбора СППР является малая относительная вероятность ложного срабатывания и высокая вероятность правильного обнаружения аварийной ситуации (пожар, задымление, проникновение в охраняемую зону).

Обеспечение безопасности предприятий связано с проведением ряда организационных и технических мероприятий. К организационным мероприятиям относятся: оценка возможной угрозы безопасности охраняемого объекта; соблюдение факторов, предотвращающих возникновение нештатных ситуаций; допуск в помещения лиц согласно предписанию; контроль охраняемых помещений от взлома, задымления и затопления помещения, возникновения пожара, передвижения в охраняемом помещении людей. К техническим мероприятиям принадлежат: выбор рационального комплекса технических средств, правильная расстановка технических средств охраны, надлежащее сопровождение технических средств.

СППР нештатных ситуаций должны обеспечивать безопасность производственных и непроизводственных объектов, банковских и финансовых учреждений, а также предприятий сферы обслуживания, имеющих сложную структуру управления. СППР должны срабатывать при появлении признаков пожара или попытке проникновения в помещение. Техническое обеспечение безопасности требует принятия компромиссных решений. Например, правоохранительные органы рекомендуют ставить на окна решетки и устанавливать двойные двери, а пожарные инспекции настаивают на том, чтобы в случае необходимости можно было беспрепятственно покинуть помещение. Все замеченные изменения состояний охраняемых объектов должны фиксироваться в журнале событий, происшедших во время дежурства.

**Архитектура СППР ликвидации нештатных ситуаций.** Математическое описание СППР определяется принципами абстрагирования и многоальтернативности, инструментальными средствами построения математических моделей и наличием вычислительных методов для решения задач рассматриваемого класса. Согласно принципу абстрагирования в модель системы должны включаться те компоненты, которые имеют непосредственное отношение к выполнению системой своих функций или своего целевого назначения. Все второстепенные детали желательно опустить, чтобы чрезмерно не усложнять математическое описание системы.

Принцип многоальтернативности моделирования СППР состоит в том, что никакая единственная модель не может в достаточной степени адекватно описать все аспекты функционирования системы. В достаточной степени адекватное математическое описание системы можно получить путем построения множества моделей, каждая из которых составляется под определенным углом зрения и отражает конкретный аспект поведенческой деятельности функционирования системы.

Для метамодели верхнего уровня СППР часто используется математический аппарат теории множеств, теории категорий, теории графов и теории операторов. Операторная модель может иметь вид:

$$Ax = y, x \in R_x^m, y \in R_y^n,$$

где  $x$  и  $y$  – элементы метрических пространств  $R_x^m$  и  $R_y^n$ ;  $A$  – оператор метамодели, переводящий элементы ресурсов  $x \in R_x^m$  в элементы результата производственно-технологической деятельности  $y \in R_y^n$ .

Архитектура СППР может быть представлена тремя составляющими: *объектами* – функциональными и обеспечивающими подсистемами, внешними и внутренними возмущающими воздействиями; *связями*, описывающими точные границы подсистем и их взаимодействия при управлении данным; *поведениями* – изменяющимися состояниями подсистем, зафиксированных в локальных хранилищах данных.

Математическую модель архитектуры СППР (АрхСППР) можно представить кортежем вида:

$$\text{АрхСППР} = \langle \text{МПК}, \text{МВС}, \text{МСП} \rangle,$$

где МПК – множество подсистем и компонент; МВС – множество взаимосвязей между подсистемами и компонентами; МСП – множество составляющих поведения, изменяющихся во времени данных, состояний, управляющих и возмущающих воздействий.

Модель архитектуры СППР при ликвидации нештатных ситуаций можно представить кортежем вида:

$$\text{МОС} = \langle \text{НПД}, \text{ИПР}, \text{УОИ}, \text{ГЭС}, \text{БД}, \text{БЗ}, \text{ПМР}, \text{ВНР}, \text{ЖПР}, \text{ИИ} \rangle,$$

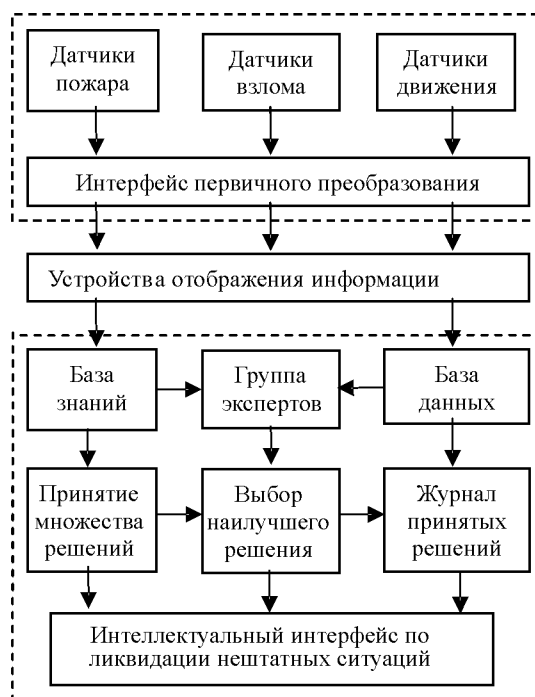


Рисунок 1 – Архитектура СППР по ликвидации нештатной ситуации

где НПД – набор первичных датчиков возникновения пожара, попытки взлома, движения объектов с унифицированными выходами; ИПР – интерфейс первичного преобразования данных; УОИ – устройства отображения информации (звуковые, визуальные, мнемонические); ГЭС – группа экспертов-специалистов по установлению типа и характеристик возникшей нештатной ситуации; БД – база данных; БЗ – база знаний; ПМР – принятие множества допустимых решений; ВНР – выбор наилучшего решения из множества допустимых по ликвидации нештатных ситуаций; ЖПР – журнал принятых решений с указанием лица, ответственного за ликвидацию нештатной ситуации; ИИ – интеллектуальный интерфейс экспертной системы, включающий в себя механизм объяснения, механизм вывода, механизм приобретения знаний (рис. 1).

**Многоальтернативный выбор комплекса технических средств СППР.** Многоальтернативность принятия решений можно представить набором целевых функций  $f_i, i = \overline{1, m}$  и набором альтернатив принимаемых решений  $x = \{x_j\} \subset X, j = \overline{1, n}$  в виде:

$$f_i(x_j) \rightarrow \max_{x \in X}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n},$$

где  $m$  – количество целевых функций,  $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \subset X$  – конечное множество альтернатив принимаемых решений, содержащее  $n$  элементов  $x_j$ . Значения чисел  $m$  и  $n$  должны быть относительно

невелики, поскольку именно они определяют вычислительную сложность решаемой задачи.

После задания частных критериев эффективности используется аддитивный метод линейной свертки

$$J(x_j) = \sum_{i=1}^n \alpha_i f_i(x_j), \quad j = \overline{1, n}$$

для получения исследуемых на оптимальность альтернатив принимаемых решений  $x_1 = A_1$ ,  $x_2 = A_2$ ,  $x_3 = A_3$ .

Для нахождения многоальтернативных решений в условиях неопределенности исходной информации, заданной набором количественных и качественных критериев, применен метод анализа иерархий [1], в основу которого заложен принцип декомпозиции исходной проблемы набором иерархических уровней. Многоальтернативное решение реализуется как процесс поэтапного установления приоритетов. На первом этапе выявляются наиболее важные составляющие задачи; на втором этапе выбирается лучший способ проверки наблюдений, испытания и оценки элементов; на третьем этапе осуществляется выработка и принятие многоальтернативного решения с оценкой его качества.

Глобальный показатель качества выбора комплекса технических средств (КТС) СППР связывается с ее функциональными, техническими и экономическими характеристиками. Такой показатель является достаточно расплывчатым и неопределенным, поэтому желательно воспользоваться набором локальных критериев-заместителей, которые позволяют заменить исходную слабо структурированную задачу другой хорошо структурированной многоальтернативной задачей.

Предположим, что для Региональной системы по чрезвычайным ситуациям требуется выбрать наилучший вариант КТС по совокупности технико-экономических показателей. Альтернативами решений могут выступать следующие аппаратно-программные средства:  $A_1$  – система «Атлант»,  $A_2$  – система «Ай-Ти»,  $A_3$  – система «Мир-АСР»,  $A_4$  – система «Орёл-М»,  $A_5$  – система «Энран». Глобальный критерий эффективности аппроксимируем набором частных критериев, каждый из которых необходимо максимизировать:

–  $f_1(x)$  – гибкость системы, представляющая способность быстро приспосабливаться к изменяющимся условиям и быть использованной как в самостоятельном режиме, так и в составе эксплуатируемой СППР;

–  $f_2(x)$  – производительность, масштабируемость и открытость системы, состоящие в том, что при росте числа пользователей и услуг не должна возникать необходимость доработки программного обеспечения;

–  $f_3(x)$  – аппаратная платформа в виде совокупности согласованных между собой технических средств, обеспечивающих решение заданных функциональных задач с требуемыми качественными показателями;

–  $f_4(x)$  – надежность, характеризующая интегрированное свойство показателей качества инструментальных аппаратно-программных средств системы сохранять работоспособность в процессе их эксплуатации;

–  $f_5(x)$  – экономическая эффективность (экономичность) от внедрения выбранного варианта комплекса аппаратно-программных средств СППР.

Алгоритм метода многоальтернативной оптимизации содержит следующие этапы [1]:

1. Содержательная постановка задачи многоальтернативной оптимизации в условиях неопределенности.

2. Математическая постановка задачи многоальтернативной оптимизации с формированием иерархической структуры обобщенного критерия эффективности и альтернатив принимаемых решений.

3. Ранжирование конечного множества объектов критериев и объектов-альтернатив принимаемых решений

$$p = \{p_1, \dots, p_i, \dots, p_m\}$$

по важности путем задания вектора весовых коэффициентов

$$\alpha = \{\alpha_1, \dots, \alpha_i, \dots, \alpha_m\},$$

значения которых удовлетворяют ограничениям

$$\sum_{i=1} \alpha_i = 1, \quad \alpha_i \geq 0.$$

4. Формирование матрицы парных сравнений  $[Sp_{m \times m}]$  по таким правилам:

– мнение каждого эксперта записывается в виде строки матрицы парных сравнений  $[Sp_{m \times m}]$ ;

– эксперт должен уметь быстро отвечать на вопросы: во сколько раз весовой коэффициент  $\alpha_i$  больше весового коэффициента  $\alpha_j$  или во сколько раз весовой коэффициент  $\alpha_j$  меньше коэффициента  $\alpha_i$ ;

– каждый элемент  $\alpha_{ij}$  матрицы парных сравнений  $[Sp_{m \times m}]$  определяется выражением  $\alpha_{ij} = \alpha_i / \alpha_j$ , где  $\alpha_i$  и  $\alpha_j$  – весовые коэффициенты приоритетности объектов. Размерности сравниваемых коэффициентов  $\alpha_i$  и  $\alpha_j$  должны совпадать, а значения этих коэффициентов не допускают деление на нуль. Если отношение  $\alpha_i / \alpha_j > 1$ , то объект  $p_i$  считается важнее объекта  $p_j$ .

5. Поиск решения задачи многокритериальной оптимизации осуществляется путем поэтапного установления приоритетов. На первом этапе выявляются наиболее важные объекты решаемой проблемы, на втором находится наилучший способ проверки наблюдений, испытания и оценки объектов. На последующих этапах осуществляется выработка рационального решения и оценивание его качества.

Согласованность экспертных мнений является исходной предпосылкой метода анализа иерархий. Для определения согласованности экспертных мнений используется матрица попарных сравнений  $[Sp_{m \times m}]$ .

В качестве меры согласованности используется индекс согласованности. Согласованность матрицы  $[Sp_{m \times m}]$  эквивалентна требованию равенства ее максимального собственного значения  $\lambda_{\max}$  числу сравниваемых объектов  $n$ , то есть  $\lambda_{\max} = n$ . В качестве меры несогласованности мнений экспертов рассматривается нормированное отклонение  $\lambda_{\max}$  от  $n$ , называемое индексом согласованности (ИС):

$$\text{ИС} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}.$$

Получив индекс согласованности и выбрав по таблицам случайный индекс для заданного порядка матрицы, определяется отношение согласованности (ОС)

$$\text{ОС} = \text{ИС} / \text{СИ}.$$

Если величина  $\text{ОС} \leq 0,1$ , то степень согласованности экспертных данных считается приемлемой. В противном случае (если  $\text{ОС} > 0,1$ ) эксперту рекомендуется пересмотреть свои суждения. Для этого необходимо выявить те позиции в матрице суждений, которые вносят максимальный вклад в величину отношения согласованности, и попытаться изменить меру несогласованности в меньшую сторону на основе более глубокого анализа вопроса.

## ВЫВОДЫ

Разработаны математические модели предметной области проектирования СППР охраняемого объекта и инструментальные средства СППР по ликвидации нештатных ситуаций.

Усовершенствованы многоальтернативные процедуры принятия решений с оцениванием человеческого и

технико-экономических факторов в принятии решений по ликвидации нештатных ситуаций.

Разработана математическая модель и вычислительная процедура выбора рационального состава комплекса технических средств СППР.

Разработаны информационное и программное обеспечение процесса поддержки принятия решений оператором по ликвидации нештатных ситуаций.

## ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1989. – 316 с.
2. Системи підтримки прийняття рішень : навчальний посібник / О. І. Пушкар, В. М. Гіковатий, О. С. Євсєєв, Л. В. Потрашкова / За ред. д-ра екон. наук, проф. Пушкаря О. І. – Х. : «ІНЖЕК», 2006. – 304 с.
3. Ерохин А. Л. Система поддержки принятия решений при авариях в энергосистемах / А. Л. Ерохин // Проблемы бионики. – 1999. – Вып. 50. – С. 157–161.
4. Гриб О. Г. Система поддержки принятия решения при аварийных ситуациях в энергосистемах / О. Г. Гриб, О. Н. Довгалюк, А. Л. Ерохин // Світлотехніка та електроенергетика. – 2008. – № 4. – С. 64–68.

Надійшла 11.05.2009

*Розроблено структура, склад і інформаційні технології підтримки ухвалення рішень по ліквідації нештатних і аварійних ситуацій, які контролюються охоронно-пожежною сигналізацією. Приведено приклад вибору комплексу апаратно-програмних засобів за сукупністю локальних критеріїв, якими виступають техніко-економічні показники ефективності ухвалення рішень по ліквідації нештатних ситуацій.*

*There have been developed a structure, body and information technologies for decision-making support in terms of handling off-nominal situations being controlled by fire and security alarm. There is given an example of choosing a complex of physical and programme means basing on the set of criteria, the latter being technical and economic indicators of decision-making efficiency in terms of handling off-nominal situations.*

УДК 004.056

А. Е. Архипов

# ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ РИСКОВ И УРОВНЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

*Рассматриваются некоторые особенности применения методологии информационных рисков для исследования защищенности информационных систем, в частности, практические подходы к оцениванию количественных показателей, используемых для вычисления информационных рисков, а также показателей защищенности информационных систем и эффективности систем защиты информации.*

© Архипов А. Е., 2009

## ВВЕДЕНИЕ

Действующие международные стандарты [1–3] настойчиво рекомендуют методологию оценивания и управления информационными рисками как действенный инструмент исследования угроз безопасности информационных систем (ИС), оценивания уровня