

- ческих летательных аппаратов // Системы обработки информации. – Харьков: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, – 2002. – Вып. 6 (22). – С. 83-93.
5. Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения. – М.: Эко-Трендз, 2003. – 326 с.
 6. Лебедев Д.В., Ткаченко А.И. Системы инерциального управления. Алгоритмические аспекты. – Киев: Наук. думка, 1991. – 208 с.
 7. Галазин В. Ф., Каплан Б. Л., Лебедев М. Т. и др. Система геодезических параметров Земли "Параметры Земли 1990 года" (ПЗ-90): справочный документ. – М.: Координационный научно-информационный центр, 1998. – 36 с.

УДК 351.861

*Чуб И.А., канд. техн. наук, уч. секр., УГЗУ,
Добротворский С.С., д-р техн. наук, проф., ХГТУСА*

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

(представлено д-ром техн. наук Кривцовой В.И.)

В работе предложена структурную схему и формализованное описание двухуровневой иерархической модели системы управления техногенной безопасностью

Постановка проблемы. В настоящий момент ограниченность ресурсов (материальных, информационных, людских), износ производственных фондов, отсутствие достаточного финансирования, рост количества чрезвычайных ситуаций (ЧС) с тяжелым прямым и косвенным ущербом требует оптимизации распределения ресурсов, формирования адекватной системы управления безопасностью. Механизм построения таких систем является многогранным и до конца не изученным. Поэтому построение оптимальной многоуровневой системы управления техногенной безопасностью (СУТБ) является важной научной проблемой.

Анализ последних исследований и публикаций. Организационная структура систем управления техногенной безопасностью разного уровня определена нормативными документами [1, 2], где выделены объектовый, местный, региональный и обще-

государственный уровни. Основы моделирования иерархических систем заложены в [3]. В работах [4, 5] даны отдельные вопросы моделирования таких систем и, в частности, показано, что реальные системы управления техногенной безопасностью должны обладать следующими свойствами:

1. Любая система управления техногенной безопасностью не может функционировать без разделения функций принятия решений, что является спецификой иерархической структуры. Иначе размерность системы в целом будет такова, что даже введение декомпозиции при выборе управления может оказаться неприемлемым.

2. Действие внешних возмущений на отдельные подсистемы устраняется самостоятельно и может не затрагивать другие подсистемы, что увеличивает адаптацию системы и позволяет сократить затраты времени и средств на управление.

3. Обеспечение большей надежности, так как выход из строя системы управления отдельной подсистемой не должен вести к выходу из строя всей системы в целом.

4. Учет инерционности отдельных подсистем, что допускает автономное функционирование подсистем на некоторых промежутках времени.

5. Описание подсистем с учетом различных аспектов: физических, экономических, геометрических.

6. Каждая из подсистем имеет свои локальные критерии оптимальности, которые в общем случае могут быть не согласованы с целью всей системы.

Анализ свойств реальных систем управления техногенной безопасностью показывает, что иерархические модели дают более точное их описание, чем модели централизованные. В первую очередь это касается свойств 3, 5, 6:

- иерархическая модель допускает определенный диапазон по точности информации, то есть искажение информации по одной из управляемых переменных не является катастрофическим для всей системы в целом и не вызывает значительного роста стоимости и времени выработки управляющих воздействий (свойство 3);

- Иерархическая структура управления допускает описание подсистем с учетом различных аспектов, в то время, как централизованная система управления требует, чтобы все подсистемы, входящие в ее состав, описывались на одном языке (свойство 5).

▪ Для централизованных систем характерна единая цель функционирования, в то время как иерархические системы допускают многообразие целей и являются многокритериальными (свойство 6).

Итак, проведенный анализ показал, что реальные системы управления техногенной безопасностью должны иметь иерархическую структуру, так как иерархическая модель является более адекватной и позволяет учесть все их особенности. Однако иерархическая модель является значительно более сложной и требует дополнительных исследований на всех этапах моделирования. Поэтому разработка иерархических моделей системы управления техногенной безопасностью различных уровней является актуальной и важной научной задачей.

Постановка задачи и ее решение. Целью статьи является построение двухуровневой иерархической модели системы управления техногенной безопасностью. Задача построения двухуровневой иерархической СУТБ может быть сформулирована следующим образом: разработать структурную схему и формализованное описание двухуровневой иерархической СУТБ.

Рассмотрим два уровня системы безопасности – местный и объектовый, со структурой, заданной согласно [1, 2].

В этом случае система управления безопасностью может быть представлена двухуровневым деревом с корнем. Отметим, что здесь не рассматривается функциональная взаимосвязь подсистем на одном уровне. Заданы только вертикальные связи, которые являются комбинированными и моделируют информационные и ресурсные потоки между уровнями.

Введем следующие обозначения. Пусть N – количество подсистем первого уровня, что соответствует количеству объектов.

Для n -ой подсистемы i -го уровня, $i=1,2$ $X_{in}=\{x_{in}\}=\{x^{m_{in}}\}$ – множество векторов состояния $m=1,2,\dots,M_n$; $Y_{in}=\{y_{in}\}=\{y^{k_{in}}\}$ – множество векторов локальных выходных переменных $k=1,2,\dots,K_{in}$, по которым производится управление в данной подсистеме; $Z^1_{1n}=\{z^1_{1n}\}=\{z^{j_{1n}}\}$ – множество векторов обобщенных выходных переменных $j=1,2,\dots,J_n$, выдаваемых в систему второго уровня; $U_{in}=\{u_{in}\}=\{u^{l_{in}}\}$ – множество векторов самоуправления размерности $l=1,2,\dots,L_n$; $U^{n_2}=\{u^{n_2}\}=\{u^{r_2}\}$ – множество векторов управления размерности $r=1,2,\dots,\Gamma_n$, с помощью которых система второго уровня осуществляет управление n -ой подсистемой первого уровня; $F_{in}=\{f_{in}\}=\{f^{\theta_{in}}\}$ – множество векторов внешних возмущений размерности $\theta=1,2,\dots,\Theta$,

действующих на эту подсистему, которые задаются детерминированными постоянными величинами либо случайными величинами с известными законами распределения.

Связь системы второго уровня с некоторой подсистемой первого уровня осуществляется с помощью вектора z_{in} , а связь подсистемы первого уровня с системой второго уровня осуществляется с помощью вектора u_{in} .

Так как рассматриваемая система управления имеет как информационные, так и ресурсные (материальные) связи (потoki) между уровнями иерархии, для упрощения дальнейшего изложения представим множество Z^1_{1n} в виде:

$$Z^1_{1n} = Z^1_{инф_{1n}} \cup Z^1_{рес_{1n}}, \quad (1)$$

$$Z^1_{инф_{1n}} \cap Z^1_{рес_{1n}} = \emptyset,$$

а множество U^{n_2} в виде

$$U^{n_2} = U^{n_{инф_2}} \cup U^{n_{рес_2}}, \quad (2)$$

$$U^{n_{инф_2}} \cap U^{n_{рес_2}} = \emptyset.$$

Каждая подсистема связана переменными вида z^1_{1n} , u^{n_2} с соседними уровнями, что приводит к необходимости рассматривать взаимодействие всех подсистем друг с другом [3].

Подсистема второго уровня решает две задачи:

- задачу самоуправления;
- задачу управления подчиненными системами первого уровня, т.е. задачу координации.

Подсистема первого уровня решает только первую из указанных задач, которая включает в себя: получение информации об управляемом объекте, преобразование ее с целью синтеза закона управления и выдача ее на объект.

Графически подсистема управления техногенной безопасностью может быть представлена в следующем виде (рис. 1).

Вектор управления $u^{n_{рес_2}}$ (рис. 1а), соответствует материально-энергетическим связям между системами различных уровней и влияет на блок, описывающий объект управления, а вектор $u^{n_{инф_2}}$, который соответствует информационным связям, влияет на блок самоуправления подсистемы.

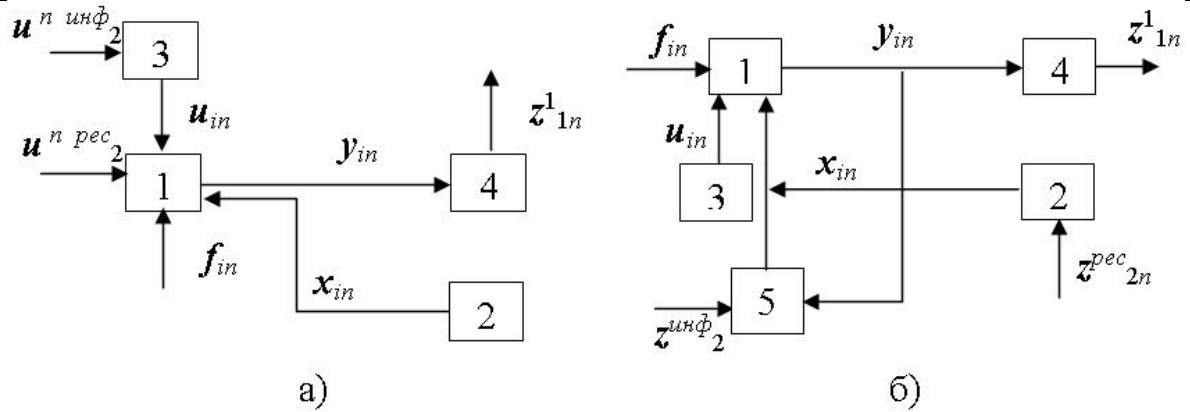


Рис. 1 – Схема системы безопасности:

а) подсистема первого уровня; б) подсистема второго уровня

1 – блок, описывающий объект управления,

2 – блок, формирующий состояние объекта управления,

3 – блок самоуправления,

4 – блок формирования выходных обобщенных переменных,

5 – блок координации (для второго уровня)

Вектор $z^{рес}_{2n}$ (рис. 1б), который является вектором обобщенных выходных переменных, поступающих в систему от подчиненных ей подсистем нижнего уровня, соответствует материально-энергетическим связям и влияет на блок состояния объекта, выход которого x_{in} определяет необходимую информацию для блока координации, а вектор $z^{инф}_{2n}$ влияет непосредственно на блок координации.

Некоторая подсистема первого уровня рассматриваемой иерархической системы управления безопасностью описывается следующими отображениями:

- отображением Y_{1n} , описывающим объект управления

$$Y_{1n}: X_{1n} \times U_{1n} \times F_{1n} \rightarrow Y_{1n}, \quad (3)$$

- отображением Z_{1n} , описывающим обобщенные переменные, идущие в подсистему второго уровня

$$Z_{1n}: Y_{1n} \rightarrow Z_{1n}, \quad (4)$$

- отображением Φ_{1n} , описывающим критерий оптимальности, на основании которого подсистема второго уровня определяет управляющие воздействия u^1_{2n}

$$\Phi_{2n}: U_{1n} \times Y_{in} \times U_{2n}^2 \rightarrow V_{2n}, \quad (5)$$

где V_{2n} – множество значений критерия Φ_{2n} ,

▪ Отображением F_{1n} , описывающим критерий оптимальности, на основании которого подсистема второго уровня определяет управляющие воздействия z_{1n}^1

$$F_{1n}: U_{1n} \times Y_{in} \times U_{2n}^2 \rightarrow V_{2n} \quad (6)$$

где V_{2n} – множество значений критерия Φ_{2n} .

Эти типы подсистем задаются отображениями G_{in} , Q_{in} , H_{in} , характеризующими ограничения на вектора y_{in} , x_{in} , u_{in} соответственно

$$G_{in}: Y_{in} \rightarrow G_{in}, \quad (7)$$

$$Q_{in}: X_{in} \rightarrow Q_{in}, \quad (8)$$

$$H_{in}: Y_{in} \rightarrow H_{in}, \quad (9)$$

где G_{in} , Q_{in} , H_{in} – множества значений соответствующих ограничений.

Выводы. Математическая модель (1-9) системы управления безопасностью позволяет проводить формализованный анализ функционирования реальной системы безопасности и формирование оптимальной системы управления безопасностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Про єдину державну систему запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру. Постанова КМУ № 1198 від 03.08.1998 р.
2. Про затвердження типових положень про функціональну та територіальну підсистеми єдиної державної системи запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру. Наказ МНС України № 387 від 21.12.1998 р.
3. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем.- М.: Мир, 1993.- 427 с.

4. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа.- М.: Наука, 1991. – 369 с.
5. Михалевич В.С., Волкович В.Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем.- М.: Наука, 1982.- 286 с.

УДК 681.3

*Шматко А.В., канд. техн. наук, доц., УГЗУ,
Неронов А.А., зам. нач. курса, УГЗУ*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ R-ФУНКЦИЙ В ЗАДАЧЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

(представлено д-ром техн. наук Куценко Л.Н.)

В работе предложен метод идентификации источников загрязнения, базирующийся на использовании структурно-аналитического (СА) подхода для машинного построения правил классификации в классе R-функций с адаптирующейся к реальным условиям структурой. Приведен алгоритм применения СА-метода для идентификации источника загрязнения по анализам проб воды, отобранных ниже места сброса

Постановка проблемы. Содержательная постановка данной проблемы сводится к следующему. Загрязняющие вещества попадают в речную воду со сточными водами промышленных предприятий. При этом возможны случаи, когда по тем или иным причинам на каком-либо из этих предприятий произойдет аварийное увеличение объема промышленных стоков. При известных химическом составе и концентрации основных ингредиентов (химический спектр) сточных вод каждого предприятия необходимо, по результатам химического анализа образца речной воды, отобранного на участке реки, расположенном ниже места сброса сточных вод, определить предприятие, виновное в техногенной чрезвычайной ситуации.

Анализ последних исследований и публикаций. Решению задач классификации посвящено большое количество работ отечественных [1-5] и зарубежных [6-12] ученых. В настоящее время сформированы общие дискриминанты [7, 8] и лингвисти-