

УДК 519.876

**В.Д. Бойко**

Одесский Национальный морской университет, Мечникова, 34, г. Одесса, 65029

## КОГНИТИВНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УГРОЗ И РИСКОВ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

*В статье предложена когнитивная модель для моделирования оценки функциональных угроз и рисков, возникающих при эксплуатации системы кондиционирования воздуха.*

**Ключевые слова:** Живучесть – Система кондиционирования воздуха – Когнитивная модель.

*The cognitive model for simulation of functional assessment of the threats and risks arising at air conditioning system operation is proposed in the article.*

**Keywords:** Survivability – Air conditioning system – Cognitive model.

### I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время получение достоверной информации и ее быстрый анализ стали важнейшими предпосылками успешного управления объектами. Это особенно актуально, если объект управления и его внешняя среда представляют собой комплекс сложных процессов и факторов, существенно влияющих друг на друга. Одно из наиболее продуктивных решений проблем, возникающих в области управления и организации, состоит в применении когнитивного анализа и моделирования.

Когнитивное моделирование позволяет:

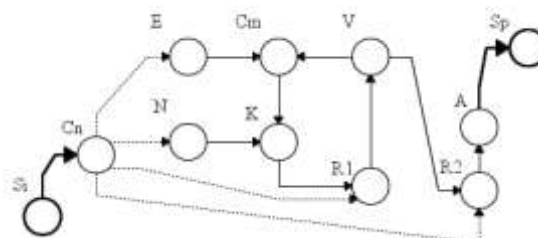
- исследовать проблемы, возникающие в нестабильных, слабоструктурированных средах (системах);
- учитывать изменения внешней среды и самого объекта управления;
- прогнозировать последствия тех или иных управленческих решений.

Существуют две главные проблемы построения когнитивной модели многих объектов управления, в том числе и систем кондиционирования воздуха (СКВ) [1,2]. Во-первых, трудности вызывает ранжирование системы и ее агрегатов. Во-вторых, сложности выявления степени взаимовлияния функционирующих агрегатов системы. Можно констатировать, что исследователями в полной мере еще не разработан четкий алгоритм ранжирования и учета взаимовлияния агрегатов СКА как объектов управления.

### II. КОГНИТИВНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УГРОЗ И РИСКОВ СКВ

Разработанная когнитивная модель представляет собой формализованное с разной степенью описание агрегатов, учитывающее эволюцию СКВ во времени.

Для диагностирования функциональных угроз и рисков дополним оргграф СКВ, приведенный в [3], узлом «суперисточника» (Si), соединенного со всеми «источниками» оргграфа (узлами имеющими исходящие, но не имеющими входящих связей) и узлом «суперприемника» (Sp), соединенного со всеми «приемниками» оргграфа (узлами имеющими входящие, но не имеющими исходящих связей) (рисунок 1). Соответствующие элементы на рис.1 выделены утолщенными линиями.



**Рисунок 1** – Оргграф СКВ с узлами «суперисточника» и «суперприемника»

На рисунке 1, в последующих таблицах и в приведенных обозначениях используются в качестве аббревиатур-дескрипторов агрегаты системы кондиционирования воздуха (Cm – компрессор; E – электродвигатель; K – конденсатор; V – испаритель; R1, R2 – регулирующие вентили; N – насос; Cn – система управления; A – воздухоохладитель).

В рамках когнитивного моделирования, подвергнем оргграф СКВ диагностирующему импульсу (ДМИ) и проанализируем его распространение. Примем условную работоспособность всех агрегатов  $F = 0.99$ . Во избежание заклинивания алгоритма поменяем направление дуги V-Cm на противоположное.

Результаты расчетов распространения диагностирующего импульса по полностью исправной системе приведены в таблице 1.

В данном случае работоспособность агрегатов остается неизменной, а меняется модуль проходящих через оргграф импульсов.

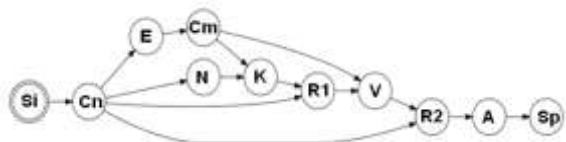
**Таблица 1** – Изменения модуля ДМИ в момент прохождения узлов орграфа в полностью исправной СКВ

T	A	Cm	Cn	E	K	N	R1	R2	Si	Sp	V
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.000
1	0.0000	0.0000	0.9900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.9801	0.0000	0.9801	0.9801	0.9801	0.0000	0.0000	0.000
3	0.9703	0.9703	0.0000	0.0000	0.9703	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.970
4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9606	0.9606	0.0000	0.9703	0.000
5	0.9510	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.951
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9415	0.0000	0.9510	0.000
7	0.9321	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.000
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9321	0.000
F										2.8534	

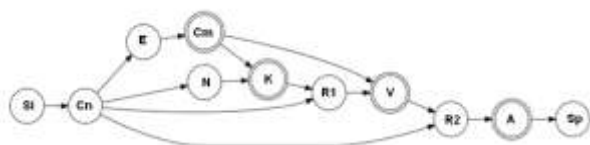
В таблице 1 показаны только модули проходящих импульсов, но не указана их сумма, которая формируется в дополнительной строке F. Прохождение импульса в разные моменты времени иллюстрируется диаграммами, приведенными на рис. 2, 3 и 4 (положение импульсов указано двойным кольцом вокруг узла).

После окончания прохождения ДМИ по исправному орграфу сумма его модуля будет равна обобщенному параметру работоспособности системы т.е.

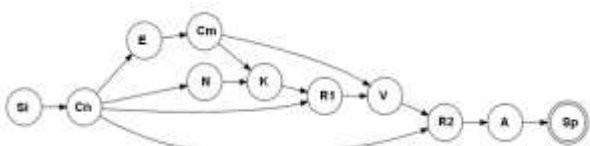
$$F_0 = 2.8534$$



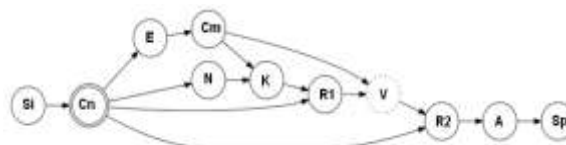
**Рисунок 2** – Прохождение ДМИ по орграфу в момент времени T=0



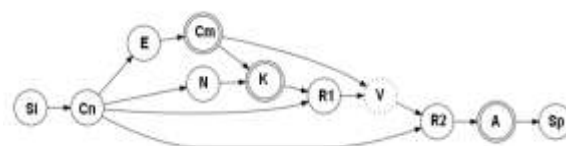
**Рисунок 3** – Прохождение ДМИ по орграфу в момент времени T=3



**Рисунок 4** – Прохождение ДМИ по орграфу в момент времени T=8



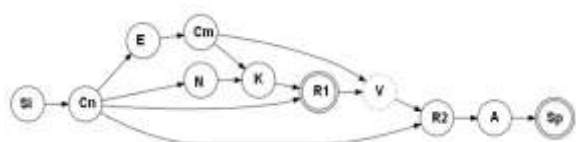
**Рисунок 5** – Прохождение ДМИ по орграфу с неисправным узлом V в момент времени T=1



**Рисунок 6** – Прохождение ДМИ по орграфу с неисправным узлом V в момент времени T=3

**Таблиця 2** – Изменения модуля ДМИ в момент прохождения им узлов орграфа в СКВ с неисправным узлом V

T	A	Cm	Cn	E	K	N	R1	R2	Si	Sp	V
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
1	0.0000	0.0000	0.9900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.9801	0.0000	0.9801	0.9801	0.9801	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.9703	0.9703	0.0000	0.0000	0.9703	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010
4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9606	0.0010	0.0000	0.9703	0.0000
5	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000	0.0010	0.0000
7	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000
F										0.9722	



**Рисунок 7** – Прохождение ДМИ по орграфу с неисправным узлом V в момент времени T=4

После окончания прохождения ДМИ по орграфу с неисправным узлом V сумма его модулей будет равна обобщенному параметру работоспособности системы

$$F_v = 0.9722$$

Значения функциональной уязвимости СКВ по Бирнбауму

$$\Theta_b \Psi \approx \frac{F_v}{F_0} \approx \frac{0.9722}{2.8534} \approx 0.3407$$

Проведенные в ходе рассмотрения примера вычисления позволяют проводить достаточно быструю, хотя и приблизительную оценку состояния живучести системы.

В рассмотренном примере по результатам моделирования прохождения ДМИ по системе работоспособность испарителя V не опустилась ниже 0,9722. Т.е. испаритель и СКВ целом находятся в работоспособном состоянии.

Из-за более низкой надежности конденсатор попадает в «группу риска» и нуждается вместе с компрессором и его электродвигателем в приоритетном надзоре при их эксплуатации.

### III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, предлагаемая когнитивная модель позволяет:

- определить значимость действующих в системе взаимосвязей;
- моделировать распространения внешних воздействий по структуре системы;
- получить комплексную оценку живучести СКВ с точки зрения ее функциональности и структурной уязвимости.

### ЛИТЕРАТУРА

1. **Стекольников Ю.И.** Живучесть систем. – СПб.: Политехника, 2002. – 155 с.
2. **Axelrod R.** The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. – Princeton. University Press. – 1976.
3. **Вычужанин В.В., Бойко В.Д.** Оценка живучести системы кондиционирования воздуха/ Холодильна техніка і технологія. – 2012. – № 6. С. 19-21

Получена в редакции 15.01.2013, принята к печати 17.01.2013