

УДК 620.92

Ю.Н. ХАРИТОНОВ

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Украина

РАЗРАБОТКА МАТРИЦЫ СООТВЕТСТВИЯ ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ И СОСТОЯНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Установлены взаимосвязи этапов развития сложной технической системы и ее функционального состояния. Предложены зависимости, описывающие возможные состояния системы.

реконструкция, техническая система, этапы развития, управление проектами

Введение

В современных условиях одной из актуальных проблем в энергетике остается проблема эффективной реализации проектов модернизации и реконструкции сложных технических систем, к которым, прежде всего, относятся системы теплоснабжения крупных городов и промышленных комплексов [1 и др.].

1. Формулирование проблемы

Решение данной проблемы затрагивает широкий спектр научно прикладных задач, решения которых изложены в ряде публикаций, посвященных данной проблеме: рассмотрены вопросы разработки и создания информационно-аналитических систем для проведения оперативного контроля и анализа режимов функционирования объектов теплоэнергетики [2], интенсивно разрабатываются автоматизированные системы проектирования объектов энергетики [3, 4] и др.

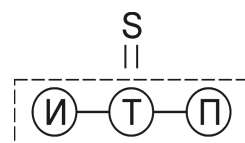
В основу разрабатываемых многочисленных методик и алгоритмов для исследования сложных технических систем различного целевого назначения положена идея их адекватности основным признакам: структурным, функциональным и динамическим. При этом отсутствие формализованных взаимосвязей между этапами развития системы и ее возможными состояниями затрудняет создание математических моделей, обеспечивающих реализа-

цию проектов реконструкции сложных технических систем.

2. Решение проблемы

Задачей исследования является выявление взаимосвязей этапов развития и возможных состояний сложных технических систем.

Сложную техническую систему можно представить в виде трех основных подсистем:



где **И** – подсистема генерации продукта; **Т** – подсистема транспортировки; **П** – подсистема потребления.

Каждую из приведенных подсистем можно характеризовать множеством структурных элементов и множеством параметрических показателей, т.е.:

$$\mathbf{И} = f\{N_i^u\}; \mathbf{Т} = f\{N_i^m\}; \mathbf{П} = f\{N_i^n\};$$

$$\mathbf{И} = f\{Q_i^u\}; \mathbf{Т} = f\{Q_i^m\}; \mathbf{П} = f\{Q_i^n\},$$

где N_i^u , N_i^m , N_i^n – множества структурных элементов соответствующей подсистемы;

Q_i^u , Q_i^m , Q_i^n – множества параметрических показателей соответствующих подсистем;

u , m , n – индексы принадлежности к соответствующим подсистемам.

Эффективность системы можно представить в

виде комплексного функционала:

$$E_s = f(N_i^j, Q_i^j),$$

где $\{N_i^u, N_i^m, N_i^n\} \in N_i^j$;

$$\{Q_i^u, Q_i^m, Q_i^n\} \in Q_i^j.$$

Следует отметить, что на начальном этапе развития системы ее структура определяется требуемыми параметрическими показателями системы:

$$N_i^j = f(Q_i^j).$$

В свою очередь, в общем случае, параметрические показатели системы определяются самой структурой системы:

$$Q_i^j = f(N_i^j).$$

Вполне очевидно, что для каждого из множеств подсистем N_i^j и Q_i^j можно записать следующие условия:

$$N_i^j \equiv \{a_0, a_1, \dots, a_i\}, a_i \in N_i^j;$$

$$Q_i^j \equiv \{b_0, b_1, \dots, b_i\}, b_i \in Q_i^j,$$

где a_i – структурные элементы системы; b_i – параметрические показатели структурных элементов системы.

Известно, что сложные технические системы в энергетике обладают свойством антропогенности. Будем различать этапы развития системы:

– проектный, когда формируются структурные элементы системы ($\{a_0, a_1, \dots, a_i\}$), и соответственно основные параметрические показатели ($\{b_0, b_1, \dots, b_i\}$);

- этап строительства;
- этап функционирования системы;
- этап прекращения функционирования системы.

Известные классификации этапов развития систем [5, 6] дополняют принятую в исследовании, однако, не влияют на решение задач реконструкции сложных технических систем. Поэтому описанную выше классификацию принимаем в качестве базовой.

Рассмотрим наиболее характерные (определяющие) состояния системы:

- система находится в состоянии функционирования, т.е. выполняет свои функциональные (проектные) задачи;
- система находится в состоянии готовности (ожидания), к выполнению функциональных (проектных) задач;
- система находится в состоянии, когда ее функционирование невозможно.

Характеристические состояния системы можно представить следующим образом:

$G_s = \text{var} \setminus \{0\} \wedge R = 1$ – система находится в состоянии функционирования;

$G_s = 0 \wedge R = 1$ – система находится в состоянии ожидания;

$G_s = 0 \wedge R = 0$ – система находится в состоянии, когда ее функционирование невозможно.

Здесь R – индикатор работоспособности элементов системы N_i^j ,

G_s – относительная продуктивность системы.

При условии $G_s = 0 \wedge R = 0$ можно ожидать, что

$$\prod_{i=1}^n b_i R_i = 0,$$

а при условиях $G_s = \text{var} \setminus \{0\} \wedge R = 1$ и $G_s = 0 \wedge R = 1$ соответственно

$$\prod_{i=1}^n b_i R_i \neq 0.$$

Условие $\prod_{i=1}^n b_i R_i = 0$ следует считать уникальной функцией идентификации состояния системы, функционирование которой невозможно при принятых (условиях) ограничениях.

Условие $\prod_{i=1}^n b_i R_i \neq 0$ определяется множеством состояний системы в диапазоне значений $G_s = 0 \dots 1 \setminus \{0\}$. Очевидно, что существует взаимосвязь между этапами развития системы и ее теку-

щим состоянием. Введем обозначения для идентификации текущего состояния системы – n и этапов ее развития – m .

Примем, в соответствии с введенными обозначениями, n_1, n_2, n_3 – текущие состояния системы: «функционирование», «ожидание» и «функционирование невозможно», соответственно, m_1, m_2, m_3, m_4 – этапы развития системы: проектный, строительства, функционирования и прекращения функционирования.

Тогда матрица соответствий будет выглядеть следующим образом (рис. 1).

n_1	$\emptyset$	$\emptyset$	n_1m_3	n_1m_4
n_2	$\emptyset$	n_2m_2	n_2m_3	$\emptyset$
n_3	n_3m_1	n_3m_2	n_3m_3	n_3m_4
	m_1	m_2	m_3	m_4

Рис. 1. Матрица соответствий СТС

Каждый элемент матрицы определяет характеристики системы:

n_3m_1 – структурные элементы системы и система не созданы, система находится в проектном представлении, однако, имеются модельные связи между ее структурно-параметрическими показателями;

n_3m_2 – структурные элементы системы создаются, между элементами системы существуют реальные физические связи, не обеспечивающие работоспособность всей системы, время наработки системы $\tau_p \approx 0$;

n_2m_2 – структурные элементы системы созданы, между элементами системы существуют устойчивые физические связи, определены параметрические показатели системы при времени наработки $\tau_p = 0 \setminus \{0\}$;

n_3m_3 – структурные элементы системы созданы, между элементами системы существуют реальные физические связи, не обеспечивающие работоспособность системы, известны параметрические показатели системы, время наработки $\tau_p = \text{var}$;

n_2m_3 – структурные элементы системы созданы, между элементами системы существуют устойчивые физические связи, система работоспособна и имеет соответствующие параметрические показатели, время наработки $\tau_p = \text{var}$;

n_1m_3 – система создана, функционирует и обладает определенными структурно-параметрическими характеристикам, время наработки $\tau_p = \text{var}$;

n_3m_4 – система создана, ее функционирование невозможно в виду ряда причин (технических, экономических и др.), и она находится в стадии ликвидации, время наработки $\tau_p = \text{var}$;

n_1m_4 – система создана, функционирует и находится в стадии ликвидации, время наработки $\tau_p = \text{var}$.

Заключение

Установленные основные функциональные зависимости между этапами развития и состояниями сложных технических систем, обеспечивают их идентификацию в формализованных моделях.

Литература

1. Дормачев Д.Б. Исследование энергетической эффективности систем централизованного теплоснабжения как единого комплекса: Дис. канд. техн. наук: 05.23.03. – Иркутск: РГБ, 2005. – 170 с.
2. Туркин М.С. Автоматизация проектирования АСУ объектов энергетики // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2001. – № 1. – С. 11-14.
3. Хрилев Л.С. Теплофикационные системы. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 272 с.
4. Хрилев Л.С., Смирнов И.А. Оптимизация систем централизованного теплоснабжения и теплофикации. – М.: Энергия, 1978. – 244 с.

Поступила в редакцию 26.04.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. К.В. Кошкин, Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Николаев.