УДК 620.92

Ю.Н. ХАРИТОНОВ

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, Украина

СИСТЕМА ИНДИКАТОРОВ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О РЕКОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

На основе предложенной классификации индикативных показателей разработана система индикаторов для принятия решения о реконструкции энергетических комплексов (на примере системы теплоснабжения).

энергетика, управление проектами, индикаторы реконструкции, система теплоснабжения

Введение

Объекты энергетического комплекса крупных городов и промышленных предприятий Украины находятся в кризисном состоянии, поэтому решение проблем реконструкции крупных энергетических комплексов является актуальным, представляет собой теоретический и практический интерес [1].

Одним из направлений решения данной проблемы является разработка и создание основ теории организации и управления проектами реконструкции [2 – 4 и др.].

1. Формулирование проблемы

Выполненный анализ показывает, что наряду с известными решениями отдельных задач, затрагивающих данную проблематику [2 – 4 и др.], остается нерешенной задача выбора и формирования индикаторов реконструкции энергетических систем.

2. Решение проблемы

В качестве основного метода исследования системы принят метод индикативного анализа, в основу которого положены следующие основные принципы: комплексность подхода, учет внутренних и внешних взаимосвязей объектов исследования, безусловный приоритет социальной стабильности и энергетической безопасности.

Будем считать, что системой индикаторов реконструкции называется множество показателей системы, характеризующих свойства системы и позволяющих оценить степень кризисности ее состояния.

Следует различать понятия: множество индикаторов реконструкции, множество реальных индикативных показателей и множество пороговых индикативных показателей.

$$I_{F(x)} = \begin{cases} 1, x \in F, \text{ условие вероятности реконструкции;} \\ 0, x \notin F, \text{ реконструкция не требуется.} \end{cases}$$

Множеством индикаторов реконструкции будем называть множество условий, которые могут приводить к вероятной потребности в реконструкции.

Вполне очевидно, что множество индикаторов реконструкции характеризуется множеством реальных, численных значений индикативных показателей:

$$I_i^j \equiv \{a_0, a_1, ... a_i\}; \quad a_i \in I_i^j .$$

Пороговые индикативные показатели представляют собой множество максимально допустимых значений реальных индикативных показателей:

$$\max I_i^j \equiv \{a_{0\max}, a_{1\max}, ... a_{i\max}\};$$

$$a_{i\max} \in \max I_i^j .$$

Каждая из сложных технических систем обладает своим уникальным множеством индикативных показателей и индикаторов реконструкции.

Выполненный анализ позволил синтезировать матрицу индикаторов реконструкции применитель-

© Ю.Н. Харитонов

но к системе теплоснабжения, которая в общем виде представлена на рис. 1.

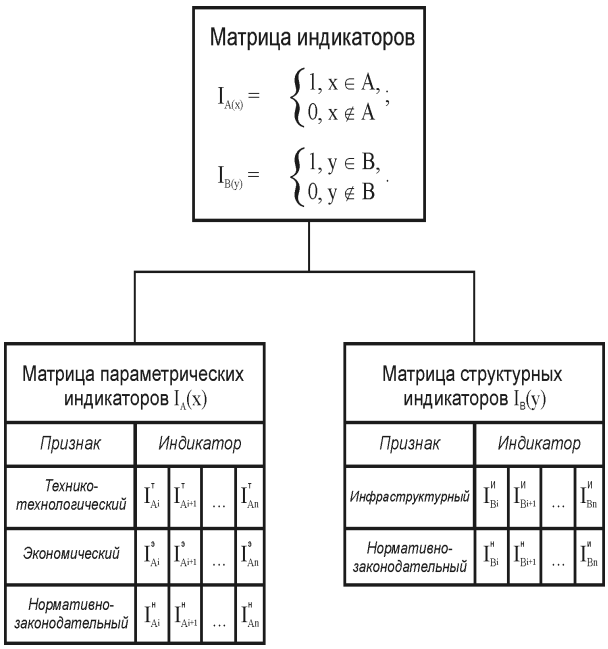

Рис. 1. Матрица индикаторов реконструкции

Матрицу параметрических индикаторов реконструкции формируют технико-технологические, экономические, нормативно-законодательные признаки (условия), которые являются существенными для принятия решения о реконструкции системы.

Технико-технологические признаки включают в себя условия, характеризующие технические параметры системы (КПД котлов, состояние теплотрасс, надежность системы и др.).

Экономические признаки базируются на условии изменения цен на энергетические ресурсы.

Множество нормативно-законодательных индикаторов обусловлено изменением нормативно-законодательной базы (в части параметров системы), решением соответствующих управленческих структур, форс-мажорными обстоятельствами (техногенные катастрофы, землетрясения и др.).

Матрицу структурных индикаторов формируют инфраструктурные и нормативно-законодательные признаки.

Инфраструктурные признаки характеризуют изменения инфраструктуры района, города (строительство дорог, жилых массивов и др.). Нормативно-законодательные признаки формируют множество индикаторов реконструкции в зависимости от изменений нормативно-законодательной базы в части структурных элементов системы, или ее внешнего окружения.

По аналогии с матрицей индикаторов реконструкции можно построить матрицу реальных индикативных показателей и матрицу максимально допустимых значений индикативных показателей. Для удобства дальнейших исследований матрицу реальных индикативных показателей и матрицу максимально допустимых значений индикативных показателей строим в квазидинамической постановке:

$$real\, M_{\tau=n} = \begin{vmatrix} I^{T}_{Ai,\,\tau=n} & I^{T}_{Ai+1,\,\tau=n} & \cdots I^{T}_{An,\,\tau=n} \\ I^{э}_{Ai,\,\tau=n} & I^{э}_{Ai+1,\,\tau=n} & \cdots I^{э}_{An,\,\tau=n} \\ I^{н}_{Ai,\,\tau=n} & I^{н}_{Ai+1,\,\tau=n} & \cdots I^{н}_{An,\,\tau=n} \\ I^{и}_{Bi,\,\tau=n} & I^{и}_{Bi+1,\,\tau=n} & \cdots I^{и}_{Bn,\,\tau=n} \\ I^{н}_{Bi,\,\tau=n} & I^{н}_{Bi+1,\,\tau=n} & \cdots I^{н}_{Bn,\,\tau=n} \end{vmatrix};$$

$$real\, M_{\tau=n+1} = \begin{vmatrix} I^{T}_{Ai,\,\tau=n+1} & I^{T}_{Ai+1,\,\tau=n+1} & \cdots I^{T}_{An,\,\tau=n+1} \\ I^{э}_{Ai,\,\tau=n+1} & I^{э}_{Ai+1,\,\tau=n+1} & \cdots I^{э}_{An,\,\tau=n+1} \\ I^{н}_{Ai,\,\tau=n+1} & I^{н}_{Ai+1,\,\tau=n+1} & \cdots I^{н}_{An,\,\tau=n+1} \\ I^{и}_{Bi,\,\tau=n+1} & I^{и}_{Bi+1,\,\tau=n+1} & \cdots I^{и}_{Bn,\,\tau=n+1} \\ I^{н}_{Bi,\,\tau=n+1} & I^{н}_{Bi+1,\,\tau=n+1} & \cdots I^{н}_{Bn,\,\tau=n+1} \end{vmatrix};$$

$$\max\limits_{\tau=n} M_n = \begin{vmatrix} \max\limits_{\tau=n} I^{T}_{Ai}, & \max\limits_{\tau=n} I^{T}_{Ai+1}, \cdots \max\limits_{\tau=n} I^{T}_{An} \\ \max\limits_{\tau=n} I^{э}_{Ai}, & \max\limits_{\tau=n} I^{э}_{Ai+1}, \cdots \max\limits_{\tau=n} I^{э}_{An} \\ \max\limits_{\tau=n} I^{н}_{Ai}, & \max\limits_{\tau=n} I^{н}_{Ai+1}, \cdots \max\limits_{\tau=n} I^{н}_{An} \\ \max\limits_{\tau=n} I^{u}_{Bi}, & \max\limits_{\tau=n} I^{u}_{Bi+1}, \cdots \max\limits_{\tau=n} I^{u}_{Bn} \\ \max\limits_{\tau=n} I^{н}_{Bi}, & \max\limits_{\tau=n} I^{н}_{Bi+1}, \cdots \max\limits_{\tau=n} I^{н}_{Bn} \end{vmatrix}.$$

Очевидно, что разница соответствующих значений элементов матриц $\underset{\tau=n}{real\ M_n}$ и $\underset{\tau=n+1}{real\ M_n}$ позволяет отслеживать динамику значений показателей, а деление соответствующих значений элементов матриц $\underset{\tau=n}{real\ M_n}$ и $\underset{\tau=n+1}{real\ M_n}$ на соответствующие значения матриц $\max\limits_{\tau=n} M_n$ и $\max\limits_{\tau=n+1} M_n$ определять матрицу кризисности системы по ее индикативным показателям:

$$\underset{\tau=n}{criz\ M_n} = \begin{vmatrix} \left(\frac{I^{T}_{Ai}}{\max\limits_{\tau=n} I^{T}_{Ai}}\right), & \left(\frac{I^{T}_{Ai+1}}{\max\limits_{\tau=n} I^{T}_{Ai+1}}\right), \cdots \left(\frac{I^{T}_{An}}{\max\limits_{\tau=n} I^{T}_{An}}\right) \\ \left(\frac{I^{э}_{Ai}}{\max\limits_{\tau=n} I^{э}_{Ai}}\right), & \left(\frac{I^{э}_{Ai+1}}{\max\limits_{\tau=n} I^{э}_{Ai+1}}\right), \cdots \left(\frac{I^{э}_{An}}{\max\limits_{\tau=n} I^{э}_{An}}\right) \\ \left(\frac{I^{н}_{Ai}}{\max\limits_{\tau=n} I^{н}_{Ai}}\right), & \left(\frac{I^{н}_{Ai+1}}{\max\limits_{\tau=n} I^{н}_{Ai+1}}\right), \cdots \left(\frac{I^{н}_{An}}{\max\limits_{\tau=n} I^{н}_{An}}\right) \\ \left(\frac{I^{u}_{Bi}}{\max\limits_{\tau=n} I^{u}_{Bi}}\right), & \left(\frac{I^{u}_{Bi+1}}{\max\limits_{\tau=n} I^{u}_{Bi+1}}\right), \cdots \left(\frac{I^{u}_{Bn}}{\max\limits_{\tau=n} I^{u}_{Bn}}\right) \\ \left(\frac{I^{н}_{Bi}}{\max\limits_{\tau=n} I^{н}_{Bi}}\right), & \left(\frac{I^{н}_{Bi+1}}{\max\limits_{\tau=n} I^{н}_{Bi+1}}\right), \cdots \left(\frac{I^{н}_{Bn}}{\max\limits_{\tau=n} I^{н}_{Bn}}\right) \end{vmatrix}.$$

Обрабатывая по определенному правилу значения показателей матриц $\underset{\tau=n}{real\ M_n}$ и $\underset{\tau=n+1}{real\ M_n}$ на различных временных интервалах можно получать матрицу прогнозных индикативных показателей:

$$progM_n = \begin{vmatrix} progI^{T}_{Ai}, progI^{T}_{Ai+1}, \ldots progI^{T}_{An} \\ progI^{э}_{Ai}, progI^{э}_{Ai+1,} \ldots progI^{э}_{An} \\ progI^{н}_{Ai}, progI^{н}_{Ai+1,} \ldots progI^{н}_{An} \\ progI^{u}_{Bi}, progI^{u}_{Bi+1}, \ldots progI^{u}_{Bn} \\ progI^{н}_{Bi}, progI^{н}_{Bi+1}, \ldots progI^{н}_{Bn} \end{vmatrix}.$$

При формировании матриц $criz\ M_n$ для технико-технологических индикативных показателей можно использовать отношения

$$I^{T}_{Ai} / norm\ I^{T}_{Ai},$$

где $norm\ I^{T}_{Ai}$ – нормативное значение показателя.

Следует различать регулируемые и нерегулируемые индикативные показатели.

Будем считать, что регулируемые индикативные показатели – это множество индикативных показателей, которые устанавливаются лицом, принимающим решение (ЛПР) самостоятельно (например, допустимый уровень цен на топливо, решение об изменении нагрузки и др.).

Нерегулируемые индикативные показатели – это множество индикативных показателей, установленных вне зависимости от решений ЛПР.

Таким образом, можно условно разделить матрицу $\max M_n$ на две матрицы: $\max M^{risk}_n$ и $\max M^{norm}_n$, соответственно можно получать матрицы $criz\ M^{risk}_n$, $criz\ M^{norm}_n$:

$$\max M_n^{risk} = \begin{vmatrix} \max^{risk} I_{Ai}^{T}, \max^{risk} I_{Ai+1}^{T}, \cdots \max^{risk} I_{An}^{T} \\ \max^{risk} I_{Ai}^{э}, \max^{risk} I_{Ai+1}^{э}, \cdots \max^{risk} I_{An}^{э} \\ \max^{risk} I_{Ai}^{н}, \max^{risk} I_{Ai+1}^{н}, \cdots \max^{risk} I_{An}^{н} \\ \max^{risk} I_{Bi}^{u}, \max^{risk} I_{Bi+1}^{u}, \cdots \max^{risk} I_{Bn}^{u} \\ \max^{risk} I_{Bi}^{н}, \max^{risk} I_{Bi+1}^{н}, \cdots \max^{risk} I_{Bn}^{н} \end{vmatrix};$$

$$\max M_n^{norm} = \begin{vmatrix} \max^{norm} I_{Ai}^{T}, \max^{norm} I_{Ai+1}^{T}, \cdots \max^{norm} I_{An}^{T} \\ \max^{norm} I_{Ai}^{э}, \max^{norm} I_{Ai+1}^{э}, \cdots \max^{norm} I_{An}^{э} \\ \max^{norm} I_{Ai}^{н}, \max^{norm} I_{Ai+1}^{н}, \cdots \max^{norm} I_{An}^{н} \\ \max^{norm} I_{Bi}^{u}, \max^{norm} I_{Bi+1}^{u}, \cdots \max^{norm} I_{Bn}^{u} \\ \max^{norm} I_{Bi}^{н}, \max^{norm} I_{Bi+1}^{н}, \cdots \max^{norm} I_{Bn}^{н} \end{vmatrix};$$

$$criz M_n^{risk}_{\tau=n} = \begin{vmatrix} \left(\frac{riskI_{Ai}^{T}}{\max I_{Ai}^{T}}\right)_{\tau=n}, \left(\frac{riskI_{Ai+1}^{T}}{\max I_{Ai+1}^{T}}\right)_{\tau=n}, \cdots \left(\frac{riskI_{An}^{T}}{\max I_{An}^{T}}\right)_{\tau=n} \\ \left(\frac{riskI_{Ai}^{э}}{\max I_{Ai}^{э}}\right)_{\tau=n}, \left(\frac{riskI_{Ai+1}^{э}}{\max I_{Ai+1}^{э}}\right)_{\tau=n}, \cdots \left(\frac{riskI_{An}^{э}}{\max I_{An}^{э}}\right)_{\tau=n} \\ \left(\frac{riskI_{Ai}^{н}}{\max I_{Ai}^{н}}\right)_{\tau=n}, \left(\frac{riskI_{Ai+1}^{н}}{\max I_{Ai+1}^{н}}\right)_{\tau=n}, \cdots \left(\frac{riskI_{An}^{н}}{\max I_{An}^{н}}\right)_{\tau=n} \\ \left(\frac{riskI_{Bi}^{u}}{\max I_{Bi}^{u}}\right)_{\tau=n}, \left(\frac{riskI_{Bi+1}^{u}}{\max I_{Bi+1}^{u}}\right)_{\tau=n}, \cdots \left(\frac{riskI_{Bn}^{u}}{\max I_{Bn}^{u}}\right)_{\tau=n} \\ \left(\frac{riskI_{Bi}^{н}}{\max I_{Bi}^{н}}\right)_{\tau=n}, \left(\frac{riskI_{Bi+1}^{н}}{\max I_{Bi+1}^{н}}\right)_{\tau=n}, \cdots \left(\frac{riskI_{Bn}^{н}}{\max I_{Bn}^{н}}\right)_{\tau=n} \end{vmatrix};$$

$$criz M_n^{norm}_{\tau=n} = \begin{vmatrix} \left(\frac{normI_{Ai}^{T}}{\max I_{Ai}^{T}}\right)_{\tau=n}, \left(\frac{normI_{Ai+1}^{T}}{\max I_{Ai+1}^{T}}\right)_{\tau=n}, \cdots \left(\frac{normI_{An}^{T}}{\max I_{An}^{T}}\right)_{\tau=n} \\ \left(\frac{normI_{Ai}^{э}}{\max I_{Ai}^{э}}\right)_{\tau=n}, \left(\frac{normI_{Ai+1}^{э}}{\max I_{Ai+1}^{э}}\right)_{\tau=n}, \cdots \left(\frac{normI_{An}^{э}}{\max I_{An}^{э}}\right)_{\tau=n} \\ \left(\frac{normI_{Ai}^{н}}{\max I_{Ai}^{н}}\right)_{\tau=n}, \left(\frac{normI_{Ai+1}^{н}}{\max I_{Ai+1}^{н}}\right)_{\tau=n}, \cdots \left(\frac{normI_{An}^{н}}{\max I_{An}^{н}}\right)_{\tau=n} \\ \left(\frac{normI_{Bi}^{u}}{\max I_{Bi}^{u}}\right)_{\tau=n}, \left(\frac{normI_{Bi+1}^{u}}{\max I_{Bi+1}^{u}}\right)_{\tau=n}, \cdots \left(\frac{normI_{Bn}^{u}}{\max I_{Bn}^{u}}\right)_{\tau=n} \\ \left(\frac{normI_{Bi}^{н}}{\max I_{Bi}^{н}}\right)_{\tau=n}, \left(\frac{normI_{Bi+1}^{н}}{\max I_{Bi+1}^{н}}\right)_{\tau=n}, \cdots \left(\frac{normI_{Bn}^{н}}{\max I_{Bn}^{н}}\right)_{\tau=n} \end{vmatrix}.$$

Такая классификация индикативных показателей позволяет проводить прагматичную корректировку части показателей матриц $\max M_n$ и $criz M_n$, обеспечивая тем самым их «ужесточение» или «смягчение».

В методическом плане такое формирование матриц индикативных показателей позволяет получать более строгую картину действительного состояния энергетических комплексов и анализировать предметное поле управления при формировании проекта реконструкции сложных технических систем. Так, например, используя регулируемые индикативные показатели, можно смещать срок начала реконструкции системы, производя при этом накопление соответствующих ресурсов и др.

Визуализация процесса исследования критических показателей системы приведена на рис. 2.

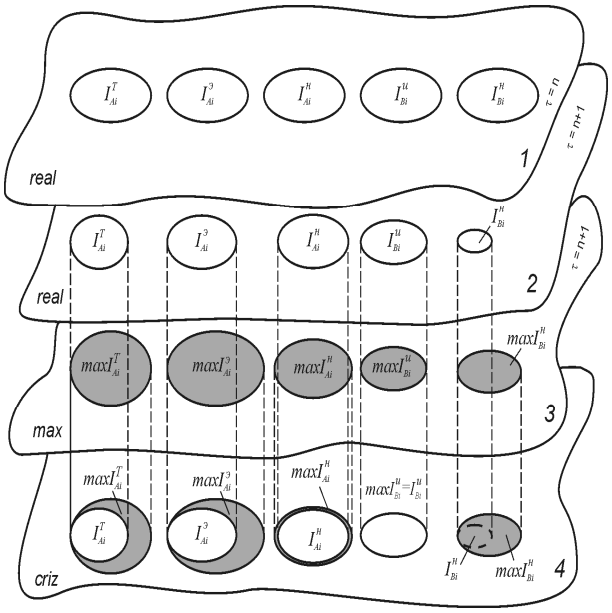

Рис. 2. Визуализация процесса исследования критических показателей системы

Следует отметить, что на плоскости 4 представлены модификации диаграммы Эйлера – Венна, относительно проблем реконструкции системы, которые позволяют производить визуализацию классификационных признаков сложных технических систем по степени критичности их индикативных показателей. Особое значение представленная модификация диаграммы Эйлера – Венна важна при организации диалоговых систем применимых в управлении проектами реконструкции сложных технических систем.

Заключение

Разработанная система индикативных показателей позволяет оценивать степень кризисности системы и обеспечивает принятие решения о необходимости ее реконструкции.

Литература

1. Гершкович В.Ф., Йеремиассен П., Камструп Й. Промышленность Украины: путь к энергетической эффективности. – К.: Энергетический Центр Европейского Союза, 1995. – 199 с.

2. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Пер. с англ.; Под ред. И.Ф. Шахнова. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.

3. Мелентьев Л.А. Научные основы теплофикации и энергоснабжения городов и промышленных предприятий: Избр. тр. – М.: Наука, 1993. – 364 с.

4. Сеннова Е.В., Сидлер В.Г. Математическое моделирование и оптимизация развивающихся теплоснабжающих систем. – Новосибирск: Наука, 1987. – 291 с.

5. Ценологическое определение параметров электропотребления многономенклатурных производств / Б.И. Кудрин, Б.В. Жилин, О.Е. Лагуткин, М.Г. Ошурков. – Тула: Приокское книжное изд-во, 1994. – 122 с.

6. Энергетика России в переходный период. Проблемы и научные основы развития и управления / Под ред. А.П. Меренкова. – Новосибирск: Наука, 1996. – 359 с.

Поступила в редакцию 5.05.2007

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