

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 рекон-

струкции 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:

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

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

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

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

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

Выполненный анализ позволил синтезировать матрицу индикаторов реконструкции применитель-

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

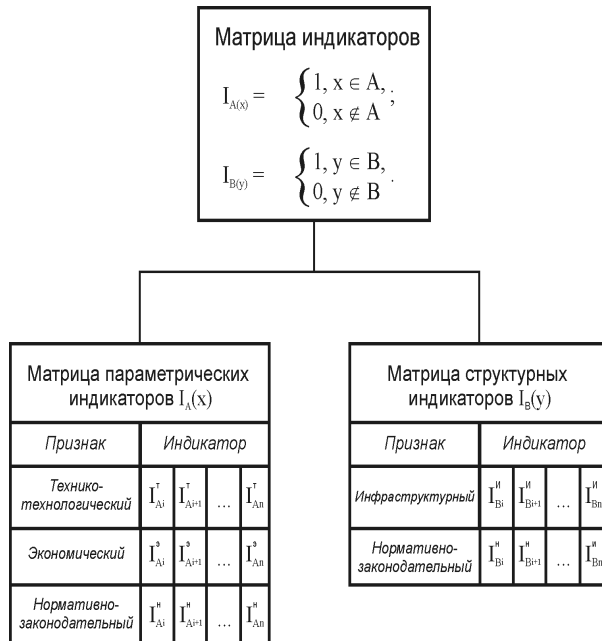


Рис. 1. Матрица индикаторов реконструкции

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:

$$real M_n = \begin{pmatrix} I_{Ai}^T, I_{Ai+1}^T, \dots, I_{An}^T, \\ \tau=n \quad \tau=n \quad \tau=n \\ I_{Ai}^E, I_{Ai+1}^E, \dots, I_{An}^E, \\ \tau=n \quad \tau=n \quad \tau=n \\ I_{Ai}^H, I_{Ai+1}^H, \dots, I_{An}^H, \\ \tau=n \quad \tau=n \quad \tau=n \\ I_{Bi}^H, I_{Bi+1}^H, \dots, I_{Bn}^H, \\ \tau=n \quad \tau=n \quad \tau=n \end{pmatrix};$$

$$real M_n = \begin{pmatrix} I_{Ai}^T, I_{Ai+1}^T, \dots, I_{An}^T, \\ \tau=n+1 \quad \tau=n+1 \quad \tau=n+1 \\ I_{Ai}^E, I_{Ai+1}^E, \dots, I_{An}^E, \\ \tau=n+1 \quad \tau=n+1 \quad \tau=n+1 \\ I_{Ai}^H, I_{Ai+1}^H, \dots, I_{An}^H, \\ \tau=n+1 \quad \tau=n+1 \quad \tau=n+1 \\ I_{Bi}^H, I_{Bi+1}^H, \dots, I_{Bn}^H, \\ \tau=n+1 \quad \tau=n+1 \quad \tau=n+1 \end{pmatrix};$$

$$\max_{\tau=n} M_n = \begin{pmatrix} \max_{\tau=n} I_{Ai}^T, \max_{\tau=n} I_{Ai+1}^T, \dots, \max_{\tau=n} I_{An}^T \\ \max_{\tau=n} I_{Ai}^{\vartheta}, \max_{\tau=n} I_{Ai+1}^{\vartheta}, \dots, \max_{\tau=n} I_{An}^{\vartheta} \\ \max_{\tau=n} I_{Ai}^H, \max_{\tau=n} I_{Ai+1}^H, \dots, \max_{\tau=n} I_{An}^H \\ \max_{\tau=n} I_{Bi}^u, \max_{\tau=n} I_{Bi+1}^u, \dots, \max_{\tau=n} I_{Bn}^u \\ \max_{\tau=n} I_{Bi}^H, \max_{\tau=n} I_{Bi+1}^H, \dots, \max_{\tau=n} I_{Bn}^H \end{pmatrix}.$$

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

$$criz M_n = \begin{pmatrix} \frac{I_{Ai}^T}{\max_{\tau=n} I_{Ai}^T}, \frac{I_{Ai+1}^T}{\max_{\tau=n} I_{Ai+1}^T}, \dots, \frac{I_{An}^T}{\max_{\tau=n} I_{An}^T} \\ \frac{I_{Ai}^{\vartheta}}{\max_{\tau=n} I_{Ai}^{\vartheta}}, \frac{I_{Ai+1}^{\vartheta}}{\max_{\tau=n} I_{Ai+1}^{\vartheta}}, \dots, \frac{I_{An}^{\vartheta}}{\max_{\tau=n} I_{An}^{\vartheta}} \\ \frac{I_{Ai}^H}{\max_{\tau=n} I_{Ai}^H}, \frac{I_{Ai+1}^H}{\max_{\tau=n} I_{Ai+1}^H}, \dots, \frac{I_{An}^H}{\max_{\tau=n} I_{An}^H} \\ \frac{I_{Bi}^u}{\max_{\tau=n} I_{Bi}^u}, \frac{I_{Bi+1}^u}{\max_{\tau=n} I_{Bi+1}^u}, \dots, \frac{I_{Bn}^u}{\max_{\tau=n} I_{Bn}^u} \\ \frac{I_{Bi}^H}{\max_{\tau=n} I_{Bi}^H}, \frac{I_{Bi+1}^H}{\max_{\tau=n} I_{Bi+1}^H}, \dots, \frac{I_{Bn}^H}{\max_{\tau=n} I_{Bn}^H} \end{pmatrix}.$$

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

$$prog M_n = \begin{pmatrix} prog I_{Ai}^T, prog I_{Ai+1}^T, \dots, prog I_{An}^T \\ prog I_{Ai}^{\vartheta}, prog I_{Ai+1}^{\vartheta}, \dots, prog I_{An}^{\vartheta} \\ prog I_{Ai}^H, prog I_{Ai+1}^H, \dots, prog I_{An}^H \\ prog I_{Bi}^u, prog I_{Bi+1}^u, \dots, prog I_{Bn}^u \\ prog I_{Bi}^H, prog I_{Bi+1}^H, \dots, prog I_{Bn}^H \end{pmatrix}.$$

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

$$I_{Ai}^T / norm I_{Ai}^T,$$

где $norm I_{Ai}^T$ – 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: $\max M_n^{risk}$ и $\max M_n^{norm}$, соответственно можно получать матрицы $criz M_n^{risk}$, $criz M_n^{norm}$:

$$\max M_n^{risk} = \begin{vmatrix} \max risk I_{Ai}^T, \max risk I_{Ai+1}^T, \dots \max risk I_{An}^T \\ \max risk I_{Ai}^{\vartheta}, \max risk I_{Ai+1}^{\vartheta}, \dots \max risk I_{An}^{\vartheta} \\ \max risk I_{Ai}^H, \max risk I_{Ai+1}^H, \dots \max risk I_{An}^H \\ \max risk I_{Bi}^u, \max risk I_{Bi+1}^u, \dots \max risk I_{Bn}^u \\ \max risk I_{Bi}^H, \max risk I_{Bi+1}^H, \dots \max risk I_{Bn}^H \end{vmatrix};$$

$$\max M_n^{norm} = \begin{vmatrix} \max norm I_{Ai}^T, \max norm I_{Ai+1}^T, \dots \max norm I_{An}^T \\ \max norm I_{Ai}^{\vartheta}, \max norm I_{Ai+1}^{\vartheta}, \dots \max norm I_{An}^{\vartheta} \\ \max norm I_{Ai}^H, \max norm I_{Ai+1}^H, \dots \max norm I_{An}^H \\ \max norm I_{Bi}^u, \max norm I_{Bi+1}^u, \dots \max norm I_{Bn}^u \\ \max norm I_{Bi}^H, \max norm I_{Bi+1}^H, \dots \max norm I_{Bn}^H \end{vmatrix};$$

$$criz M_n^{risk} = \begin{vmatrix} \left(\frac{risk I_{Ai}^T}{\tau=n} \right), \left(\frac{risk I_{Ai+1}^T}{\tau=n} \right), \dots \left(\frac{risk I_{An}^T}{\tau=n} \right) \\ \left(\frac{risk I_{Ai}^{\vartheta}}{\tau=n} \right), \left(\frac{risk I_{Ai+1}^{\vartheta}}{\tau=n} \right), \dots \left(\frac{risk I_{An}^{\vartheta}}{\tau=n} \right) \\ \left(\frac{risk I_{Ai}^H}{\tau=n} \right), \left(\frac{risk I_{Ai+1}^H}{\tau=n} \right), \dots \left(\frac{risk I_{An}^H}{\tau=n} \right) \\ \left(\frac{risk I_{Bi}^u}{\tau=n} \right), \left(\frac{risk I_{Bi+1}^u}{\tau=n} \right), \dots \left(\frac{risk I_{Bn}^u}{\tau=n} \right) \\ \left(\frac{risk I_{Bi}^H}{\tau=n} \right), \left(\frac{risk I_{Bi+1}^H}{\tau=n} \right), \dots \left(\frac{risk I_{Bn}^H}{\tau=n} \right) \end{vmatrix};$$

$$criz M_n^{norm} = \begin{vmatrix} \left(\frac{norm I_{Ai}^T}{\tau=n} \right), \left(\frac{norm I_{Ai+1}^T}{\tau=n} \right), \dots \left(\frac{norm I_{An}^T}{\tau=n} \right) \\ \left(\frac{norm I_{Ai}^{\vartheta}}{\tau=n} \right), \left(\frac{norm I_{Ai+1}^{\vartheta}}{\tau=n} \right), \dots \left(\frac{norm I_{An}^{\vartheta}}{\tau=n} \right) \\ \left(\frac{norm I_{Ai}^H}{\tau=n} \right), \left(\frac{norm I_{Ai+1}^H}{\tau=n} \right), \dots \left(\frac{norm I_{An}^H}{\tau=n} \right) \\ \left(\frac{norm I_{Bi}^u}{\tau=n} \right), \left(\frac{norm I_{Bi+1}^u}{\tau=n} \right), \dots \left(\frac{norm I_{Bn}^u}{\tau=n} \right) \\ \left(\frac{norm I_{Bi}^H}{\tau=n} \right), \left(\frac{norm I_{Bi+1}^H}{\tau=n} \right), \dots \left(\frac{norm I_{Bn}^H}{\tau=n} \right) \end{vmatrix}.$$

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.

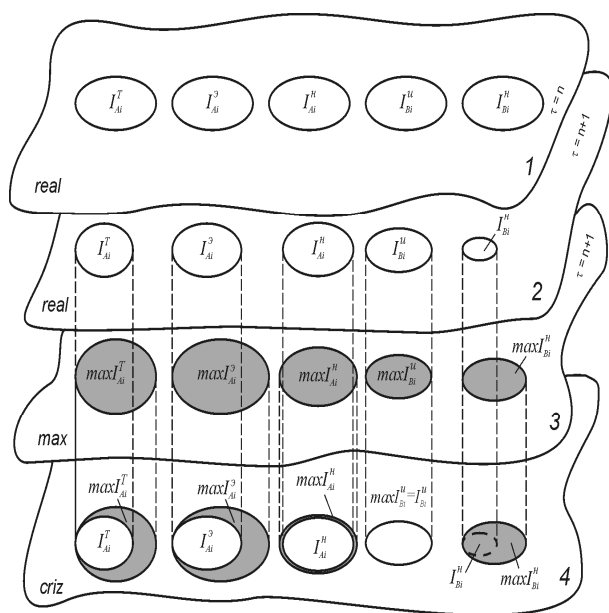


Рис. 2. Визуализация процесса исследования критических показателей системы

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.