

ЭНЕРГЕТИКА

А. А. АРУТЮНЯН

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИ ОПРАВДААННОГО
КОЛИЧЕСТВА ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА И СНИЖЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСХОДА ЭНЕРГИИ
В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Опыт расчета и анализа технологического расхода (потерь) энергии (ТРЭ) в электрических сетях энергосистем показал, что выполнение расчетов, сбор и переработка информации с целью приведения ее к удобному виду для использования на ЭВМ требуют значительных затрат. Чем точнее методика расчета ТРЭ, тем требуется наиболее полная информация о графиках нагрузок узлов энергосистем [1], а следовательно, и большие затраты на сбор и обработку этой информации на ЭВМ.

Согласно [2], показатели эффекта, достигаемые любой системой управления, находятся в следующей зависимости от объема используемой информации:

$$\mathcal{E}(I) = \mathcal{E}_{\max} \left(1 - B_0 e^{-\frac{I}{I_0}} \right), \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{\max}$ — максимально возможное значение показателя эффекта при идеально работающем комплексе управления; I_0 , I — соответственно объем информации при исходном и исследуемом вариантах; B_0 — характеризует статистическую неупорядоченность управления в исходном варианте. Зависимость экономического эффекта АСУ энергосистем на основе (1) впервые была рассмотрена в [3].

Количество информации, необходимое для расчета расхода энергии в электрических сетях можно определить по выражению

$$I_{\text{тр}} = I_0 + \sum_{i=1}^N I_i, \quad (2)$$

где I_0 — количество информации при расчете базового установившегося режима (УР); I_i — количество корректирующей информации при расчете i -го УР; N — число остальных УР.

Значение I_0 можно определить из следующего соотношения:

$$I_0 = I_7 + n_B B + n_U Y_U + n_Y Y_0, \quad (3)$$

где I_y — количество управляющей информации программы; n_{cx} , n_n , n_o — количество параметров, характеризующих соответственно ветвь, нагруженный и пассивный узлы; B , Y_n , Y_o — соответственно число ветвей нагруженных и пассивных узлов схем.

Значение I_i можно определить из соотношения:

$$I_i = k_{yi} I_y + k_{cx} B n_{cx} + k_i Y_n + k_{oi} n_o Y_o + n_{cy} + n_r, \quad (4)$$

где k_y , k_{cx} , k_i , k_o — соответственно доля корректированной управляющей информации, информации по ветвям, нагруженным и пассивным узлам; n_{cy} , n_r — показатели суммарного графика нагрузки системы соответственно за сутки и за период T , используемые при расчете ТРЭ.

В упрощенной форме (3) и (4) имеют следующий вид:

$$I_o = 5B + 4Y_n + 2Y_o; \quad (5)$$

$$I_i = 5k_{cx} B + 4k_{oi} Y_n + 2k_{oi} Y_o. \quad (6)$$

Долю (вес) количества информации задачи ТРЭ в составе режимных задач АСДУ, использующих ту же информацию, можно определить соотношением

$$\nu_{ТРЭ} = I_{ТРЭ} / I_{АСДУ}, \quad (7)$$

где

$$I_{АСДУ} = \sum_{k=1}^c \left(I_{0k} + \sum_{j=1}^m I_{kj} \right);$$

c — число режимных задач АСДУ, использующих ту же информацию, что и в задаче ТРЭ; I_{0k} — количество информации при первом (базовом) расчете варианта k -той задачи; I_{kj} — количество измененной информации при последующих m расчетах.

Учитывая, что количество информации пропорционально затратам, выражение (1) можно записать также в следующей форме [2]:

$$\Theta(I) = \Theta_{max} \left(1 - B_0 e^{-\frac{I}{Z}} \right), \quad (8)$$

где $Z_0 = c_0 I_0$; $Z = \alpha_1 I$; α_1 , α_0 — стоимости единицы информации при исследуемом и исходном вариантах.

Доля затрат на анализ и снижение ТРЭ равна:

$$\nu_{ТРЭ} = Z_{ТРЭ} / Z_{АСДУ}.$$

Как и в экономических системах, при анализе и снижении ТРЭ целесообразно определить предел экономически оправданных затрат. Увеличение количества информации за этим пределом не повысит эффективности. Теоретически это объясняется тем, что (1) имеет нелинейный характер. В зависимости от количества переработанной информации экономический эффект от снижения ТРЭ будет:

$$\Theta_{ТРЭ} = \Theta(I) - \Theta(I) - \Theta_m, \quad (9)$$

где $\Delta(I)$ — экономический эффект от использования информации для снижения ТРЭ; Z_M — затраты на внедрение мероприятий по снижению ТРЭ; $Z(I)$ — затраты на сбор и переработку информации:

$$Z(I) = (C_M + E_M K_M) \nu_{ТРЭ} = (\xi + \alpha E_M) I \nu_{ТРЭ},$$

где

$$\xi = K_M/I; \quad \alpha = C_M/I.$$

Подставляя соответствующие значения слагаемых правой части равенства (9), получаем:

$$\Delta_{ТРЭ} = \Delta_{max} \left(1 - B_0 e^{-\frac{I}{I_0}}\right) - (\xi + \alpha E_M) I \nu_{ТРЭ} - \left(\frac{P_\Sigma}{100} + E_n^2\right) K_M, \quad (10)$$

C_M , K_M — соответственно эксплуатационные затраты на функционирование и капитальные вложения на развитие системы сбора информации; K_n — капитальные затраты на мероприятия по снижению ТРЭ; E_n^2 , E_n — соответственно нормативные коэффициенты эффективности капиталовложений в энергетические объекты и АСДУ; P_Σ — норма суммарных ежегодных отчислений от капитальных вложений.

Для оценки меры полезной информации от снижения ТРЭ определяется плотность экономического эффекта от переработки информации

$$\gamma = \partial \Delta_{ТРЭ} / \partial I.$$

Дифференцируя выражение (10), получаем плотность экономического эффекта:

$$\gamma = \Delta_{max} \frac{B_0}{I_0} e^{-\frac{I}{I_0}} - (\xi + \alpha E_M) \nu_{ТРЭ}, \quad (11)$$

которая характеризует эффект от применения каждой единицы информации, направленной на достижение максимального эффекта. Максимальному экономическому эффекту, определяющему зону экономически оправданных затрат, соответствует количество информации, которое получается из условия $\gamma = 0$:

$$\Delta_{max} \frac{B_0}{I_0} e^{-\frac{I}{I_0}} - (\xi + \alpha E_M) \nu_{ТРЭ} = 0.$$

Отсюда получим выражение для определения оптимального количества информации

$$I = I_0 \ln \frac{\Delta_{max} B_0}{I_0 (\xi + \alpha E_M) \nu_{ТРЭ}}. \quad (12)$$

Полученное выражение позволяет определить предел экономически оправданного количества информации при решении задачи анализа и снижения ТРЭ в электрических сетях энергосистем.

С целью определения величин $\mathcal{E}_{\max}$ и B_0 для некоторого интервала предыстории напишем:

$$\sum_{i=1}^n [\mathcal{E}_{\text{трэ}i} - \mathcal{E}(I_i)]^2 = f(\mathcal{E}_{\max}, B_0). \quad (13)$$

Здесь n — количество интервалов (год); $\mathcal{E}_{\text{трэ}i}$ — экономический эффект от снижения ТРЭ за i -й год.

Учитывая, что квадратичная функция имеет минимум, то $\mathcal{E}_{\max}$ и B_0 можно определить из следующей системы уравнений:

$$\frac{\partial f}{\partial \mathcal{E}(I)} = 0; \quad \frac{\partial f}{\partial B_0} = 0.$$

Частные производные выражения (13):

$$\partial f / \partial \mathcal{E}(I) = 2 \sum_{i=1}^n [\mathcal{E}_{\text{трэ}i} - \mathcal{E}(I_i)] \left(1 - B_0 e^{-\frac{I_i}{I_{0i}}} \right) = 0;$$

$$\partial f / \partial B_0 = -2 \sum_{i=1}^n [\mathcal{E}_{\text{трэ}i} - \mathcal{E}(I_i)] B_0 e^{-\frac{I_i}{I_{0i}}} = 0.$$

Решив эту систему относительно $\mathcal{E}_{\max}$ и B_0 , получим:

$$\mathcal{E}_{\max} = \frac{z_1}{z_2 - z_3}; \quad (14)$$

$$B_0 = \frac{z_1 n - z_2 z_4}{z_1 z_2 - z_3 z_4}, \quad (15)$$

где

$$z_1 = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{\text{трэ}i} e^{-\frac{I_i}{I_{0i}}}; \quad z_2 = \sum_{i=1}^n e^{-\frac{I_i}{I_{0i}}};$$

$$z_3 = \sum_{i=1}^n e^{-\frac{2I_i}{I_{0i}}}; \quad z_4 = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{\text{трэ}i}.$$

Имея значения $\mathcal{E}_{\max}$ и B_0 , а также оптимальное количество информации (12), можно по выражению (10) определить экономический эффект с учетом затрат от переработки информации и при анализе и снижении ТРЭ в электрических сетях энергосистем.

ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆԱՐԳԻ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՑԱՆՑԵՐՈՒՄ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ
ՍԱԽՄԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՄԱՆ ԵՎ ԻՋՆՑՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ՊԱՀԱՆՋՎՈՂ ՏՆՏԵՍԱԳԵՍ
ՀԻՄՆԱՎՈՐԱԾ ԽՆՁՈՐՄԱՅԻՆԱՅԻ ՔԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՄԱՆ ՄԵԹՈԴ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հոդվածում շարադրված է էներգահամակարգերի էլեկտրական ցանցերում
էներգիայի տեխնոլոգիական ծախսերի հետազոտման և ինքնաշարժ համար պա-
շտեցիկ տնտեսական հիմնավորված ինֆորմացիայի բանակության որոշման
մեթոդը։ Սույն է տրված տնտեսական շահավետության չափը որոշելիս ինֆոր-
մացիայի ավարտան, մշակման, ինչպես և էներգիայի ծախսերի հետազոտ-
ման ու ինքնաշարժ ծախսած միջոցները հաշվի առնելու նախադրություններ։

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Расчеты технологического расхода энергии в электрических сетях энергосистем
[Г. 7. Абоян, А. 4. Аргентин, А. М. Арокелиан и др. — Изв. АН АрмССР (сер.
ТН), 1980, т. XXXVI, № 6, с. 23—29]
2. Третьяков В. А. Автоматическое управление и экономика — Автоматизация теле-
механики, 1976, № 1, с. 5—22
3. Щербини Ю. В., Киселер И. О. Связь экономического эффекта АСУ энергосистем
с объемом переработки информации. — В сб. «Экономическая эффективность
АСУ энергосистем», Киев, 1976, с. 4—6