

В.С. ХАЧАТРЯН, А.Р. ТОХУНЦ

МИНИМИЗАЦИЯ ПОТЕРЬ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ, НАЛАГАЕМЫХ НА РЕЖИМНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Предлагается метод минимизации потерь активной мощности в сетях электроэнергетической системы, когда на режимные параметры независимых станционных узлов налагаются ограничения типа неравенств.

Ключевые слова: матрица, система, функция, формула, сеть, узел, модель, режим, уравнение, потери.

Минимизация потерь активной мощности в сетях электроэнергетической системы (ЭЭС) является одной из важных задач современной энергетики [1-9]. В [7] предложен новый метод минимизации потерь активной мощности в сетях ЭЭС без учета ограничений типа неравенств, налагаемых на режимные параметры. В настоящей работе предлагается метод минимизации потерь активной мощности в сетях ЭЭС с учетом ограничений типа неравенств, налагаемых на режимные параметры независимых станционных узлов.

Для изложения материала, принимается та же система индексов, что и в [7].

Рассматривается следующая математическая модель минимизации потерь активной мощности в сетях ЭЭС:

$$\min P_a = \min P_a(P_i, Q_i, U_i, \Psi_{u_i}), \quad (1)$$

$$\Phi_{p_i}(P_i, Q_i, U_i, \Psi_{u_i}) = 0, \quad (2)$$

$$\Phi_{q_i}(P_i, Q_i, U_i, \Psi_{u_i}) = 0, \quad (3)$$

$$U_{m,\min} \leq U_m \leq U_{m,\max}, \quad (4)$$

$$Q_{m,\min} \leq Q_m \leq Q_{m,\max}. \quad (5)$$

Аналитические выражения функций (1)-(3) приведены в [7] в виде (15) и (16). Функции потерь активной мощности P_a в [7] представлены также в компактной форме (18). Ограничения типа неравенств (4) и (5) налагаются на модули комплексных напряжений и реактивных мощностей независимых станционных узлов.

С учетом выбранной системы индексов, принятой в [7], математическую модель (1)-(5) можно представить в виде

$$\min P_a = \min P_a(P, Q, U, \Psi_u), \quad (6)$$

$$\begin{cases} \Phi_{p_m}(P, Q, U, \Psi_u) = 0, \\ \Phi_{p_k}(P, Q, U, \Psi_u) = 0; \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} \Phi_{q_m}(P, Q, U, \Psi_u) = 0, \\ \Phi_{q_k}(P, Q, U, \Psi_u) = 0; \end{cases} \quad (8)$$

$$\begin{cases} U_{m,\min} \leq U_m \leq U_{m,\max}, \\ Q_{m,\min} \leq Q_m \leq Q_{m,\max}. \end{cases} \quad (9)$$

Необходимое условие минимума функции потерь активной мощности $\dot{I}_a$ по активным мощностям независимых станционных узлов P_m будет

$$\frac{\partial \dot{I}_a}{\partial P_m} = \left(\frac{\partial \dot{I}_a}{\partial P_m} \right) + \sum_{j=1}^M \frac{\partial \dot{I}_a}{\partial U_j} \frac{\partial U_j}{\partial P_m} + \sum_{j=1}^M \frac{\partial \dot{I}_a}{\partial \Psi_{u_j}} \frac{\partial \Psi_{u_j}}{\partial P_m} = 0 \quad (10)$$

или

$$\left(\frac{\partial \dot{I}_a}{\partial P_m} \right) + \sum_{j=1}^M \frac{\partial \dot{I}_a}{\partial U_j} \frac{\partial U_j}{\partial P_m} + \sum_{j=1}^M \frac{\partial \dot{I}_a}{\partial \Psi_{u_j}} \frac{\partial \Psi_{u_j}}{\partial P_m} = 0. \quad (11)$$

Выражения частных производных $(\partial \dot{I}_a / \partial P_m)$, $(\partial \dot{I}_a / \partial U_j)$ и $(\partial \dot{I}_a / \partial \Psi_{u_j})$ определяются на основании аналитического выражения функции потерь активной мощности и приведены в виде (23)-(25) в [7].

Частные производные $(\partial U_j / \partial P_m)$ и $(\partial \Psi_{u_j} / \partial P_m)$ определяются на основании систем нелинейных алгебраических уравнений (2), (3) или (7), (8).

Представим выражение (11) в следующем виде:

$$\frac{\partial \dot{I}_a}{\partial P_m} = - \left(\sum_{i=1}^M \frac{\partial \dot{I}_a}{\partial U_i} \frac{\partial U_i}{\partial P_m} + \sum_{i=1}^M \frac{\partial \dot{I}_a}{\partial \Psi_{u_i}} \frac{\partial \Psi_{u_i}}{\partial P_m} \right) \quad (12)$$

или

$$\frac{\partial \dot{I}_a}{\partial P_m} = a_m, \quad (13)$$

где

$$a_m = - \left(\sum_{i=1}^M \frac{\partial \dot{I}_a}{\partial U_i} \frac{\partial U_i}{\partial P_m} + \sum_{i=1}^M \frac{\partial \dot{I}_a}{\partial \Psi_{u_i}} \frac{\partial \Psi_{u_i}}{\partial P_m} \right). \quad (14)$$

Имеем

$$2 \sum_{j=1}^M (a_{mj} P_j - b_{mj} Q_j) = a_m \quad (15)$$

или

$$2 \sum_{n=1}^{\tilde{\Lambda}} (a_{mn} P_n - b_{mn} Q_n) + 2 \sum_{k=\tilde{\Lambda}+1}^M (a_{mk} Q_k + b_{mk} P_k) = a_m. \quad (16)$$

Полученное выражение представим в виде

$$\sum_{n=1}^{\bar{A}} a_{mn} P_n = b_m, \quad (17)$$

где

$$b_m = \frac{1}{2} a_m + \sum_{n=1}^{\bar{A}} b_{mn} Q_n - \sum_{k=\bar{A}+1}^M (a_{mk} Q_k + b_{mk} P_k). \quad (18)$$

Представим выражение (18) в следующем виде:

$$b_m = \frac{1}{2} a_m + \alpha_m, \quad (19)$$

где

$$\alpha_m = \sum_{n=1}^{\bar{A}} b_{mn} Q_n - \sum_{k=\bar{A}+1}^M (a_{mk} Q_k + b_{mk} P_k). \quad (20)$$

Нетрудно убедиться, что величина (20) является постоянной при постоянстве реактивных мощностей независимых станционных узлов.

В выражении (19) величина a_m является переменной, и ее численное значение определяется по ходу расчета допустимого установившегося режима. Следовательно, численное значение b_m определяется на основании расчета допустимого установившегося режима исследуемой схемы замещения рассматриваемой ЭЭС.

Для решения задачи расчета допустимого установившегося режима ЭЭС необходимо воспользоваться системами нелинейных алгебраических уравнений (2), (3) или (7), (8).

Как было отмечено выше, если частные производные $(\partial \tilde{I}_a / \partial P_m)$, $(\partial \tilde{I}_a / \partial U_j)$, $(\partial \tilde{I}_a / \partial \Psi_{uj})$ определяются на основании аналитического выражения потерь активной мощности $\tilde{I}_a$, то частные производные $\partial U_j / \partial P_m$ и $\partial \Psi_{uj} / \partial P_m$ определяются на основании условий типа равенств (7) и (8), относительно которых можем написать

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi_{pi}}{\partial P_m} + \sum_{j=1}^M \frac{\partial \Phi_{pi}}{\partial U_j} \frac{\partial U_j}{\partial P_m} + \sum_{j=1}^M \frac{\partial \Phi_{pi}}{\partial \Psi_{uj}} \frac{\partial \Psi_{uj}}{\partial P_m} &= 0, \\ \frac{\partial \Phi_{qi}}{\partial P_m} + \sum_{j=1}^M \frac{\partial \Phi_{qi}}{\partial U_j} \frac{\partial U_j}{\partial P_m} + \sum_{j=1}^M \frac{\partial \Phi_{qi}}{\partial \Psi_{uj}} \frac{\partial \Psi_{uj}}{\partial P_m} &= 0. \end{aligned} \quad (21)$$

Представим систему уравнений (21) в следующем виде:

$$\frac{\partial \Phi_{pi}}{\partial U_j} \frac{\partial U_j}{\partial P_m} + \frac{\partial \Phi_{pi}}{\partial \Psi_{uj}} \frac{\partial \Psi_{uj}}{\partial P_m} = - \frac{\partial \Phi_{pi}}{\partial P_m}, \quad (22)$$

$$\frac{\partial \Phi_{qi}}{\partial U_j} \frac{\partial U_j}{\partial P_m} + \frac{\partial \Phi_{qi}}{\partial \Psi_{uj}} \frac{\partial \Psi_{uj}}{\partial P_m} = - \frac{\partial \Phi_{qi}}{\partial P_m}.$$

Из (22) можно установить следующее матричное выражение для определения искомых частных производных $\partial U_j / \partial P_m$ и $\partial \Psi_{uj} / \partial P_m$:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial \Psi_{uj}}{\partial P_m} \\ \frac{\partial U_j}{\partial P_m} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pi}}{\partial \Psi_{uj}} & \frac{\partial \Phi_{pi}}{\partial U_j} \\ \frac{\partial \Phi_{qi}}{\partial \Psi_{uj}} & \frac{\partial \Phi_{qi}}{\partial U_j} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pi}}{\partial P_m} \\ \frac{\partial \Phi_{qi}}{\partial P_m} \end{bmatrix}. \quad (23)$$

Пользуясь системами нелинейных алгебраических уравнений (7), (8), матричное уравнение (23) можно представить в следующем виде:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial \Psi_{un}}{\partial P_m} \\ \frac{\partial \Psi_{uk}}{\partial P_m} \\ \frac{\partial U_n}{\partial P_m} \\ \frac{\partial U_k}{\partial P_m} \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm}}{\partial \Psi_{un}} & \frac{\partial \Phi_{pm}}{\partial \Psi_{uk}} & \frac{\partial \Phi_{pm}}{\partial U_n} & \frac{\partial \Phi_{pm}}{\partial U_k} \\ \frac{\partial \Phi_{qn}}{\partial \Psi_{un}} & \frac{\partial \Phi_{qn}}{\partial \Psi_{uk}} & \frac{\partial \Phi_{qn}}{\partial U_n} & \frac{\partial \Phi_{qn}}{\partial U_k} \\ \frac{\partial \Phi_{qm}}{\partial \Psi_{un}} & \frac{\partial \Phi_{qm}}{\partial \Psi_{uk}} & \frac{\partial \Phi_{qm}}{\partial U_n} & \frac{\partial \Phi_{qm}}{\partial U_k} \\ \frac{\partial \Phi_{km}}{\partial \Psi_{un}} & \frac{\partial \Phi_{km}}{\partial \Psi_{uk}} & \frac{\partial \Phi_{km}}{\partial U_n} & \frac{\partial \Phi_{km}}{\partial U_k} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm}}{\partial P_m} \\ \frac{\partial \Phi_{qn}}{\partial P_m} \\ \frac{\partial \Phi_{qm}}{\partial P_m} \\ \frac{\partial \Phi_{km}}{\partial P_m} \end{bmatrix}. \quad (24)$$

Необходимо отметить, что системы нелинейных алгебраических уравнений (2), (3) или (7), (8) изображают математическую модель установившегося режима ЭЭС.

Если предположить, что все независимые узлы являются узлами типа P-Q и данная математическая модель реализуется методом первого порядка Ньютона или методом Ньютона-Рафсона, то соответствующее рекуррентное выражение представится в виде

$$\begin{bmatrix} \Psi_{um} \\ \Psi_{uk} \\ U_m \\ U_k \end{bmatrix}^{\dot{I}+1} = \begin{bmatrix} \Psi_{um} \\ \Psi_{uk} \\ U_m \\ U_k \end{bmatrix}^{\dot{I}} - \begin{bmatrix} \Delta \Psi_{um} \\ \Delta \Psi_{uk} \\ \Delta U_m \\ \Delta U_k \end{bmatrix}, \quad (25)$$

где $\dot{I}$ - номер итерации.

Столбцовая матрица, состоящая из элементов режимных параметров,

определяется на основании следующего матричного уравнения:

$$\begin{bmatrix} \Delta P_m \\ \hline \Delta P_k \\ \hline \Delta Q_m \\ \hline \Delta Q_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm}}{\partial \Psi_{un}} & \frac{\partial \Phi_{pm}}{\partial \Psi_{u\ell}} & \frac{\partial \Phi_{pm}}{\partial U_n} & \frac{\partial \Phi_{pm}}{\partial U_\ell} \\ \hline \frac{\partial \Phi_{pk}}{\partial \Psi_{un}} & \frac{\partial \Phi_{pk}}{\partial \Psi_{u\ell}} & \frac{\partial \Phi_{pk}}{\partial U_n} & \frac{\partial \Phi_{pk}}{\partial U_\ell} \\ \hline \frac{\partial \Phi_{qm}}{\partial \Psi_{un}} & \frac{\partial \Phi_{qm}}{\partial \Psi_{u\ell}} & \frac{\partial \Phi_{qm}}{\partial U_n} & \frac{\partial \Phi_{qm}}{\partial U_\ell} \\ \hline \frac{\partial \Phi_{qk}}{\partial \Psi_{un}} & \frac{\partial \Phi_{qk}}{\partial \Psi_{u\ell}} & \frac{\partial \Phi_{qk}}{\partial U_n} & \frac{\partial \Phi_{qk}}{\partial U_\ell} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta \Psi_{um} \\ \hline \Delta \Psi_{uk} \\ \hline \Delta U_m \\ \hline \Delta U_k \end{bmatrix}, \quad (26)$$

где $\Delta P_m, \Delta Q_m$ и $\Delta P_k, \Delta Q_k$ - приращения активных и реактивных мощностей независимых станционных и нагрузочных узлов.

После соответствующих обозначений частных производных, входящих в матрицу Якоби, выражения (26) примет вид

$$\begin{bmatrix} \Delta P_m \\ \hline \Delta P_k \\ \hline \Delta Q_m \\ \hline \Delta Q_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{mn} & a_{m\ell} & b_{mn} & b_{m\ell} \\ \hline a_{kn} & a_{k\ell} & b_{kn} & b_{k\ell} \\ \hline c_{mn} & c_{m\ell} & d_{mn} & d_{m\ell} \\ \hline c_{kn} & c_{k\ell} & d_{kn} & d_{k\ell} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta \Psi_{um} \\ \hline \Delta \Psi_{uk} \\ \hline \Delta U_m \\ \hline \Delta U_k \end{bmatrix}. \quad (27)$$

Осуществляя обращение неособенной квадратной матрицы Якоби уравнения (27), получим

$$\begin{bmatrix} \Delta \Psi_{um} \\ \hline \Delta \Psi_{uk} \\ \hline \Delta U_m \\ \hline \Delta U_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{mn} & \alpha_{m\ell} & \beta_{mn} & \beta_{m\ell} \\ \hline \alpha_{kn} & \alpha_{k\ell} & \beta_{kn} & \beta_{k\ell} \\ \hline \gamma_{mn} & \gamma_{m\ell} & \delta_{mn} & \delta_{m\ell} \\ \hline \gamma_{kn} & \gamma_{k\ell} & \delta_{kn} & \delta_{k\ell} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta P_m \\ \hline \Delta P_k \\ \hline \Delta Q_m \\ \hline \Delta Q_k \end{bmatrix}, \quad (28)$$

где $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ - элементы обращенной матрицы.

Представим матричное уравнение (28) в виде

$$\begin{bmatrix} \Delta \Psi_{um} \\ \hline \Delta \Psi_{uk} \\ \hline \Delta U_k \\ \hline \Delta U_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{mn} & \alpha_{m\ell} & \beta_{m\ell} & \beta_{mn} \\ \hline \alpha_{kn} & \alpha_{k\ell} & \beta_{k\ell} & \beta_{kn} \\ \hline \gamma_{kn} & \gamma_{k\ell} & \delta_{k\ell} & \delta_{kn} \\ \hline \gamma_{mn} & \gamma_{m\ell} & \delta_{m\ell} & \delta_{mn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta P_m \\ \hline \Delta P_k \\ \hline \Delta Q_k \\ \hline \Delta Q_m \end{bmatrix}. \quad (29)$$

Матричное выражение (29) получено для случая, когда независимые узлы являлись узлами типа P-Q. Предположим, относительно независимых станционных узлов в качестве исходной информации задаются активные мощности и модули комплексных напряжений, т.е. они являются узлами типа P-U. Поскольку модули комплексных напряжений станционных узлов задаются, то имеет место следующее соотношение:

$$[\Delta U_m] = 0. \quad (30)$$

При этом матричное выражение (30) примет вид

$$\begin{bmatrix} \Delta \Psi_{um} \\ \Delta \Psi_{uk} \\ \Delta U_k \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{mn} & \alpha_{m\ell} & \beta_{m\ell} & \beta_{mn} \\ \alpha_{kn} & \alpha_{k\ell} & \beta_{k\ell} & \beta_{kn} \\ \gamma_{kn} & \gamma_{k\ell} & \delta_{k\ell} & \delta_{kn} \\ \gamma_{mn} & \gamma_{m\ell} & \delta_{m\ell} & \delta_{mn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta P_m \\ \Delta P_k \\ \Delta Q_k \\ \Delta Q_m \end{bmatrix}. \quad (31)$$

Полученное матричное выражение (31) можно представить как совокупность двух матричных выражений:

$$\begin{bmatrix} \Delta \Psi_{um} \\ \Delta \Psi_{uk} \\ \Delta U_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{mn} & \alpha_{m\ell} & \beta_{m\ell} & \beta_{mn} \\ \alpha_{kn} & \alpha_{k\ell} & \beta_{k\ell} & \beta_{kn} \\ \gamma_{kn} & \gamma_{k\ell} & \delta_{k\ell} & \delta_{kn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta P_m \\ \Delta P_k \\ \Delta Q_k \\ \Delta Q_m \end{bmatrix}, \quad (32)$$

$$[0] = \begin{bmatrix} \gamma_{mn} & \gamma_{m\ell} & \delta_{m\ell} & \delta_{mn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta P_m \\ \Delta P_k \\ \Delta Q_k \\ \Delta Q_m \end{bmatrix}. \quad (33)$$

Представим матричное выражение (33) в виде

$$[0] = [\gamma_{mn}] \cdot [\Delta P_m] + [\gamma_{m\ell}] \cdot [\Delta P_k] + [\delta_{m\ell}] \cdot [\Delta Q_k] + [\delta_{mn}] \cdot [\Delta Q_m] \quad (34)$$

или

$$[\delta_{mn}] \cdot [\Delta Q_m] = -\{[\gamma_{mn}] \cdot [\Delta P_m] + [\gamma_{m\ell}] \cdot [\Delta P_k] + [\delta_{m\ell}] \cdot [\Delta Q_k]\}. \quad (35)$$

Введем следующее обозначение:

$$\Delta_{mk} = [\gamma_{mn}] \cdot [\Delta P_m] + [\gamma_{m\ell}] \cdot [\Delta P_k] + [\delta_{m\ell}] \cdot [\Delta Q_k]. \quad (36)$$

Тогда (35) примет вид

$$[\delta_{mn}] \cdot [\Delta Q_m] = -\Delta_{mk}. \quad (37)$$

Матрица $[\delta_{mn}]$ является неособенной квадратной, и поэтому можем написать

$$[\Delta Q_m] = -[\delta_{mn}]^{-1} \cdot [\Delta_{mk}]. \quad (38)$$

На основании матричного выражения (38) можно установить численные значения реактивных мощностей независимых станционных узлов:

$$[\Delta Q_m] = [\Delta Q_1 \mid \Delta Q_2 \mid \dots \mid \Delta Q_{\bar{A}}]^T, \quad (39)$$

где T – знак транспонирования.

Имея численные значения приращений реактивных мощностей, на основании первой системы (8) можно определить действительные значения реактивных мощностей независимых станционных узлов.

Устанавливая численные значения реактивных мощностей независимых станционных узлов, проверяем условие (5). Предположим, что оно удовлетворяется. Это означает, что имеем численные значения допустимых реактивных мощностей независимых станционных узлов. При

Численные значения этих режимных параметров определяются на основании следующего рекуррентного выражения:

где столбцовая матрица приращений режимных параметров в (40) определяется на основании (32).

При этом независимые узлы являются узлами P-Q и искомыми режимными параметрами будут модули и аргументы комплексных напряжений. Расчет установившегося режима осуществляется на основании (25).

Это означает, что матрица Якоби рекуррентного выражения (26) определена из допустимого установившегося режима, и ее можно использовать в выражении (24) для определения частных производных типа $\partial \Psi_{ii} / \partial P_m$ и $\partial U_i / \partial P_m$ и численных значений a_m .

[illegible]
$$\begin{bmatrix} \mathbf{a}_{11} & \mathbf{a}_{12} & \vdots & \mathbf{a}_{1\hat{A}} \\ \mathbf{a}_{21} & \mathbf{a}_{22} & \vdots & \mathbf{a}_{2\hat{A}} \\ \dots & \dots & \vdots & \dots \\ \mathbf{a}_{\hat{A}1} & \mathbf{a}_{\hat{A}2} & \vdots & \mathbf{a}_{\hat{A}\hat{A}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{P}_1 \\ \mathbf{P}_2 \\ \dots \\ \mathbf{P}_{\hat{A}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{b}_1 \\ \mathbf{b}_2 \\ \dots \\ \mathbf{b}_{\hat{A}} \end{bmatrix}. \quad (42)$$

487

$$\begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_{\tilde{A}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \vdots & a_{1\tilde{A}} \\ a_{21} & a_{22} & \vdots & a_{2\tilde{A}} \\ \dots & \dots & \vdots & \dots \\ a_{\tilde{A}1} & a_{\tilde{A}2} & \vdots & a_{\tilde{A}\tilde{A}} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_{\tilde{A}} \end{bmatrix}. \quad (43)$$

Частные производные, входящие в вышеприведенные выражения, приведены в [7]. Для определения численного значения допустимых оптимальных значений активных мощностей, минимизирующих потери активной мощности в сетях ЭЭС, предлагается соответствующий вычислительный алгоритм, в котором в качестве критерия сходимости принято условие

$$|P_m^{\dot{E}+1} - P_m^{\dot{E}}| \leq \Delta P_m, \quad m = 1, 2, \dots, \tilde{A} \quad (44)$$

или

$$|P_m^{\dot{E}+1} - P_m^{\dot{E}}| \leq \Delta P. \quad (45)$$

Здесь $P_m^{\dot{E}+1}$, $P_m^{\dot{E}}$ - последующие итерации допустимых оптимальных значений активных мощностей независимых станционных узлов; ΔP - заданная положительная величина, характеризующая точность получения численных значений вышеотмеченных оптимальных активных мощностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гладунчик Е.А., Мнацаканян М.А., Тохунц А.Р., Саркисян Э.А.** Системы АСКУЭ в Армении и некоторые вопросы теоретических разработок по определению потерь мощностей в сетях с использованием метода диакоптики // Четвертый научно-технический семинар.-М., 2004, октябрь.-С. 1-10.
2. **Хачатрян В. С.** Определение установившихся режимов больших электроэнергетических систем с применением метода Ньютона-Рафсона // Известия АН СССР. Энергетика и транспорт.-1974.-N 4.-С. 36-43.
3. **Хачатрян К. В.** Коррекция установившегося режима сложной электроэнергетической системы методом диакоптики // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.-2004.- Т. 57, N 3.-С. 460-466.
4. **Хачатрян В. С., Бадалян Н. П., Гулян А. Г.** Выбор состава уравнений установившегося режима электроэнергетической системы при P-U и P-Q типе станционных узлов // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.-2003.-Т. 56, N 2.- С. 272-281.
5. **Хачатрян К. В., Бороян А. В.** Коррекция установившегося режима электроэнергетической системы при P-U и P-Q типе станционных узлов // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.-2003.-Т. 56, N 1.-С. 86-93.
6. **Хачатрян К. В., Бороян А. В.** Новый метод коррекции установившегося режима электроэнергетической системы // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.-2002.-Т. 55, N 2.-С. 222-230.
7. **Хачатрян К. В., Гладунчик Е.А., Мнацаканян М.А., Тохунц А.Р.** Минимизация потерь активной мощности в сетях электроэнергетической системы // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.-2004.-Т. 57, N 3.-С. 434-444.
8. **Мнацаканян М.А.** Расчет допустимого установившегося режима ЭЭС методом декомпозиции // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.-2004.-Т. 57, N 1.-С. 83-93.

9. **Хачатрян В. С., Минацкаян М.А.** Определение допустимых относительных приростов потерь активной мощности ЭЭС методом декомпозиции // Изв. НАН РА и ГИУА.-Сер. ТН.-2005.-Т. 58, N 1.-С. 260-268.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 11.10.2004.

Վ. Ս. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ, Ա. Ռ. ԹՈԽՈՒՆՑ

**ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՑԱՆՑԵՐՈՒՄ ԱԿՏԻՎ ՀԶՈՐՈՒԹՅԱՆ ԿՈՐՄՏԻ
ՆՎԱԶԱՐԿՈՒՄԸ ՌԵԺԻՄԱՅԻՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՎՐԱ ԴՐՎԱԾ ՍԱՀՄԱՆԱՓԱԿՈՒՄՆԵՐԻ
ԴԵՊՔՈՒՄ**

Առաջարկվում է էլեկտրաէներգետիկական համակարգում ակտիվ հզորության կորստի նվազարկման մեթոդ, երբ անկախ կայանային հանգույցների ռեժիմային պարամետրերի վրա դրվում են անհավասարության տեսքի սահմանափակումներ:

V. S. KHACHATRYAN, A. R. TOKHUNTS

**ACTIVE POWER LOSS MINIMIZATION IN ELECTRIC NETWORKS WITH LIMITATIONS
IMPOSED ON CONDITION PARAMETERS**

A method of active power loss minimization in the electric power system when limitations of inequality type are imposed on condition parameters of independent nodes is proposed.