

К.В. ХАЧАТРЯН

НОВАЯ ДИАКОПТИЧЕСКАЯ ОБОБЩЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОРРЕКЦИИ УСТАНОВИВШЕГОСЯ РЕЖИМА СЛОЖНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Предлагается новый метод коррекции установившегося режима сложной электроэнергетической системы при P-Q и P-U типах станционных узлов, основанный на идее диакоптики, т.е. на ее представлении в виде совокупности радиально связанных подсистем.

Ключевые слова: метод, матрица, модель, коррекция, мощность, станция, система, узел, уравнение, нагрузка.

В настоящее время единственным и перспективным направлением для решения режимных вопросов сложной электроэнергетической системы (СЭЭС) является направление диакоптики, т.е. представление ее в виде совокупности радиально связанных подсистем [1-3].

Настоящая статья посвящена решению задачи коррекции установившегося режима СЭЭС с применением идеи ее представления в виде совокупности радиально связанных подсистем.

Рассматривается СЭЭС, состоящая из $M+1$ узлов, которую после удаления определенного количества ветвей можно представить в виде совокупности радиально связанных N подсистем. Полученные подсистемы состоят соответственно из $M_1, M_2, \dots, M_N$ независимых узлов так, что $M_1 + M_2 + \dots + M_N = \dot{I}$.

Предполагалось, что один из станционных узлов был выбран в качестве базисного. В результате исходная Z диакоптическая математическая модель представляется в виде [1, 3]

$$\begin{bmatrix} \dot{U}_{i_1} \\ \dot{U}_{i_2} \\ \dots \\ \dot{U}_{i_N} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{U}_{Ai_1} \\ \dot{U}_{Ai_2} \\ \dots \\ \dot{U}_{Bi_N} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{i_1j_1} & & & \\ & Z_{i_2j_2} & & \\ & & \ddots & \\ & & & Z_{i_Nj_N} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{I}_{j_1} \\ \dot{I}_{j_2} \\ \dots \\ \dot{I}_{j_N} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

В развернутой форме (1) имеет вид

(2)

Из (1) и (2) можно заметить, что была принята следующая система индексов:

(3)

- для первой подсистемы:

(4)

(5)

(6)

77

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_{m_1} \\ \dot{I}_{k_1} \\ \dot{U}_{t_1} \\ \dots \\ \dot{I}_{m_N} \\ \dot{I}_{k_N} \\ \dot{U}_{t_N} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{I}_{m_1Б} \\ \dot{I}_{k_1Б} \\ \dot{U}_{t_1Б} \\ \dots \\ \dot{I}_{m_NБ} \\ \dot{I}_{k_NБ} \\ \dot{U}_{t_NБ} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{m_1,n_1} & Y_{m_1,\ell_1} & \dot{A}_{m_1,\tau_1} & & & \\ Y_{k_1,n_1} & Y_{k_1,\ell_1} & \dot{A}_{k_1,\tau_1} & & & \\ B_{t_1,n_1} & B_{t_1,\ell_1} & Z_{t_1,\tau_1} & & & \\ & & & \ddots & & \\ & & & & Y_{m_N,n_N} & Y_{m_N,\ell_N} & \dot{A}_{m_N,\tau_N} \\ & & & & Y_{k_N,n_N} & Y_{k_N,\ell_N} & \dot{A}_{m_N,\tau_N} \\ & & & & B_{t_N,n_N} & B_{t_1,\ell_N} & Z_{t_N,\tau_N} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{U}_{n_1} \\ \dot{U}_{\ell_1} \\ \dot{I}_{\tau_1} \\ \dots \\ \dot{U}_{n_1} \\ \dot{U}_{\ell_1} \\ \dot{I}_{\tau_1} \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Если из формы “ток-напряжение” (7) перейти к форме “активная-реактивная” мощности, то получим

$$\left[\begin{array}{l} \Phi_{pm_1}(U_{n_1}, \Psi_{un_1}; U_{\ell_1}, \Psi_{u\ell_1})=0, \\ \Phi_{qm_1}(U_{n_1}, \Psi_{un_1}; U_{\ell_1}, \Psi_{u\ell_1})=0, \\ \Phi_{pk_1}(U_{n_1}, \Psi_{un_1}; U_{\ell_1}, \Psi_{u\ell_1})=0, \\ \Phi_{qk_1}(U_{n_1}, \Psi_{un_1}; U_{\ell_1}, \Psi_{u\ell_1})=0, \\ \Phi_{p\ell_1}(I'_{\tau_1}, I''_{\tau_1})=0, \\ \Phi_{q\ell_1}(I'_{\tau_1}, I''_{\tau_1})=0, \\ \dots \\ \Phi_{pm_N}(U_{n_N}, \Psi_{un_N}; U_{\ell_N}, \Psi_{u\ell_N})=0, \\ \Phi_{qm_N}(U_{n_N}, \Psi_{un_N}; U_{\ell_N}, \Psi_{u\ell_N})=0, \\ \Phi_{pk_N}(U_{n_N}, \Psi_{un_N}; U_{\ell_N}, \Psi_{u\ell_N})=0, \\ \Phi_{qk_N}(U_{n_N}, \Psi_{un_N}; U_{\ell_N}, \Psi_{u\ell_N})=0, \\ \Phi_{p\ell_N}(I'_{\tau_N}, I''_{\tau_N})=0, \\ \Phi_{q\ell_N}(I'_{\tau_N}, I''_{\tau_N})=0. \end{array} \right] \cdot \quad (8)$$

Аналитические выражения функций, входящие в (8), подробно приводятся в [4]. Искомые переменными для станционных узлов типа P-Q являются модули и аргументы комплексных напряжений; для станционных узлов типа P-U – реактивные мощности и аргументы комплексных напряжений.

Для определения реактивных мощностей станционных узлов типа P-U с индексами $k(\ell) = \{k_1(\ell_1); k_2(\ell_2); \dots; k_N(\ell_N)\}$ достаточно иметь только аргументы комплексных напряжений. В силу этого форма (8) принимает вид

$$\left[\begin{array}{c|c|c} \begin{array}{l} \Phi_{pm_1}(U_{n_1}, \Psi_{un_1}; U_{\ell_1}, \Psi_{u\ell_1}) = 0, \\ \Phi_{qm_1}(U_{n_1}, \Psi_{un_1}; U_{\ell_1}, \Psi_{u\ell_1}) = 0, \\ \Phi_{pk_1}(U_{n_1}, \Psi_{un_1}; U_{\ell_1}, \Psi_{u\ell_1}) = 0, \end{array} & \begin{array}{l} \Phi_{pt_1}(I'_{\tau_1}, I''_{\tau_1}) = 0, \\ \Phi_{qt_1}(I'_{\tau_1}, I''_{\tau_1}) = 0, \end{array} & \dots \\ \hline & \dots & \begin{array}{l} \Phi_{pm_N}(U_{n_N}, \Psi_{un_N}; U_{\ell_N}, \Psi_{u\ell_N}) = 0, \\ \Phi_{qm_N}(U_{n_N}, \Psi_{un_N}; U_{\ell_N}, \Psi_{u\ell_N}) = 0, \\ \Phi_{pk_N}(U_{n_N}, \Psi_{un_N}; U_{\ell_N}, \Psi_{u\ell_N}) = 0, \end{array} \\ \hline & & \begin{array}{l} \Phi_{pt_N}(I'_{\tau_N}, I''_{\tau_N}) = 0, \\ \Phi_{qt_N}(I'_{\tau_N}, I''_{\tau_N}) = 0. \end{array} \end{array} \right] \cdot (9)$$

Как видно, системы нелинейных алгебраических уравнений отдельных подсистем, полученных для нагрузочных узлов, остаются без изменения.

Математические подмодели, полученные в диакоптической математической модели, реализуются методом Ньютона-Рафсона. Соответствующие рекуррентные выражения имеют вид

- для верхней левой подмодели первой подсистемы:

$$\begin{bmatrix} U_{n_1} \\ \vdots \\ \Psi_{Un_1} \\ \vdots \\ \Psi_{u\ell_1} \end{bmatrix}^{\dot{E}+1} = \begin{bmatrix} U_{n_1} \\ \vdots \\ \Psi_{Un_1} \\ \vdots \\ \Psi_{u\ell_1} \end{bmatrix}^{\dot{E}} - \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial U_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial \Psi_{un_1}} & \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial \Psi_{u\ell_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial U_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial \Psi_{un_1}} & \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial \Psi_{u\ell_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial U_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial \Psi_{un_1}} & \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial \Psi_{u\ell_1}} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \Phi_{pm_1} \\ \vdots \\ \Phi_{qm_1} \\ \vdots \\ \Phi_{pk_1} \end{bmatrix}; \quad (10)$$

- для нижней правой подмодели первой подсистемы:

$$\begin{bmatrix} I'_{t_1} \\ \vdots \\ I''_{t_1} \end{bmatrix}^{\dot{E}+1} = \begin{bmatrix} I'_{t_1} \\ \vdots \\ I''_{t_1} \end{bmatrix}^{\dot{E}} - \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pt_1}}{\partial I'_{\tau_1}} & \frac{\partial \Phi_{pt_1}}{\partial I''_{\tau_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{qt_1}}{\partial I'_{\tau_1}} & \frac{\partial \Phi_{qt_1}}{\partial I''_{\tau_1}} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \Phi_{pt_1} \\ \vdots \\ \Phi_{qt_1} \end{bmatrix}. \quad (11)$$

Аналогичные выражения получаются для последующих подсистем:

- для верхней левой подмодели N-й подсистемы:

$$\begin{bmatrix} U_{n_N} \\ \vdots \\ \Psi_{Un_N} \\ \vdots \\ \Psi_{u\ell_N} \end{bmatrix}^{\dot{E}+1} = \begin{bmatrix} U_{n_N} \\ \vdots \\ \Psi_{Un_N} \\ \vdots \\ \Psi_{u\ell_N} \end{bmatrix}^{\dot{E}} - \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial U_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial \Psi_{un_N}} & \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial \Psi_{u\ell_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial U_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial \Psi_{un_N}} & \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial \Psi_{u\ell_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial U_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial \Psi_{un_N}} & \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial \Psi_{u\ell_N}} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \Phi_{pm_N} \\ \vdots \\ \Phi_{qm_N} \\ \vdots \\ \Phi_{pk_N} \end{bmatrix}; \quad (12)$$

- для нижней правой подмодели N-й подсистемы:

$$\begin{bmatrix} I'_{t_N} \\ \vdots \\ I''_{t_N} \end{bmatrix}^{\dot{E}+1} = \begin{bmatrix} I'_{t_N} \\ \vdots \\ I''_{t_N} \end{bmatrix}^{\dot{E}} - \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pt_N}}{\partial I'_{\tau_N}} & \frac{\partial \Phi_{pt_N}}{\partial I''_{\tau_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{qt_N}}{\partial I'_{\tau_N}} & \frac{\partial \Phi_{qt_N}}{\partial I''_{\tau_N}} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \Phi_{pt_N} \\ \vdots \\ \Phi_{qt_N} \end{bmatrix}. \quad (13)$$

Частные производные, входящие в вышеприведенные рекуррентные выражения, определяются аналитическими выражениями (11)-(14) с учетом соответствующих индексов, приведенных в [4].

В качестве критериев сходимости решения системы нелинейных алгебраических уравнений выбираются вытекающие соответствующие математические подмодели так же, как в [3].

Пользуясь понятием векторов X, U, W, которые были приняты в [5, 6], можем написать

$$X = \{X_1, X_2, \dots, X_N\}, \quad (14)$$

$$U = \{U_1, U_2, \dots, U_N\}, \quad (15)$$

$$W = \{W_1, W_2, \dots, W_N\}. \quad (16)$$

При этом вышеприведенные векторы для первой подсистемы имеют вид

$$[X_1] = \left[\begin{array}{l} \left. \begin{array}{l} P_0 \\ Q_0 \end{array} \right\} \text{ для базисного (балансирующего) узла типа } U - \Psi_u, \\ \left. \begin{array}{l} U_{n1} \\ \Psi_{Un1} \end{array} \right\} \text{ для независимых станционных узлов типа } P - Q, \\ \left. \begin{array}{l} Q_{\ell_1} \\ \Psi_{U\ell_1} \end{array} \right\} \text{ для независимых станционных узлов типа } P - U; \end{array} \right] \quad (17)$$

$$[U_1] = \left[\begin{array}{l} \left. \begin{array}{l} U_0 \\ \Psi_{u0} \end{array} \right\} \text{ для базисного (балансирующего) узла типа U - } \Psi_u, \\ \left. \begin{array}{l} P_1 \\ Q_1 \end{array} \right\} \text{ для независимых станционных узлов типа P - Q,} \\ \left. \begin{array}{l} P_1 \\ U_1 \end{array} \right\} \text{ для независимых станционных узлов типа P - U;} \end{array} \right] \quad (18)$$

$$[W_1] = \left[\begin{array}{l} P_1 \\ Q_1 \end{array} \right\} \text{ для нагруз. узлов типа P - Q.} \quad (19)$$

Аналогичным образом устанавливаются структуры этих векторов для последующих подсистем.

Для N-й подсистемы имеем векторы X_N , U_N , W_N :

$$[X_N] = \left[\begin{array}{l} \left. \begin{array}{l} U_{n_N} \\ \Psi_{Un_N} \end{array} \right\} \text{ для независимых станционных узлов типа P - Q,} \\ \left. \begin{array}{l} Q_{\ell_N} \\ \Psi_{U\ell_N} \end{array} \right\} \text{ для независимых станционных узлов типа P - U;} \end{array} \right] \quad (20)$$

$$[U_N] = \left[\begin{array}{l} \left. \begin{array}{l} P_N \\ Q_N \end{array} \right\} \text{ для независимых станционных узлов типа P - Q,} \\ \left. \begin{array}{l} P_N \\ U_N \end{array} \right\} \text{ для независимых станционных узлов типа P - U;} \end{array} \right] \quad (21)$$

$$[W_N] = \left[\begin{array}{l} P_N \\ Q_N \end{array} \right\} \text{ для нагруз. узлов типа P - Q.} \quad (22)$$

В связи с применением векторов X, U и W вышеприведенная форма (9) представляется в виде

$$\left[\begin{array}{c|c|c|c|c} \Phi_{Y_1(Z_1)}(X_1, U_1, W_1)=0, & & & & \\ \hline & \Phi_{Z_1(Y_1)}(X_1, U_1, W_1)=0, & & & \\ & & \dots & & \\ & & & \Phi_{Y_N(Z_N)}(X_N, U_N, W_N)=0, & \\ & & & & \Phi_{Z_N(Y_N)}(X_N, U_N, W_N)=0. \end{array} \right] \quad (23)$$

В дальнейшем необходимые преобразования будут осуществляться только относительно математической подмодели первой подсистемы, а полученные результаты будут распространены относительно других подсистем.

В данном случае рассматриваемая математическая подмодель первой подсистемы будет

$$\Phi_{Y_1(Z_1)}(X_1, U_1, W_1) = 0, \quad (24)$$

$$\Phi_{Z_1(Y_1)}(X_1, U_1, W_1) = 0. \quad (25)$$

При соответствующих приращениях векторные уравнения (24) и (25) можно представить в виде

$$\Phi_{Y_1(Z_1)}(X_1^p + \Delta X_1, U_1^0 + \Delta U_1; W_1^0 + \Delta W_1) = 0, \quad (26)$$

$$\Phi_{Z_1(Y_1)}(X_1^p + \Delta X_1, U_1^0 + \Delta U_1; W_1^0 + \Delta W_1) = 0, \quad (27)$$

где X_1^p - вектор состояния в точке решения; U_1^0, W_1^0 - заданные значения векторов управления и возмущения.

Разлагая (26) и (27) в ряд Тейлора и пренебрегая частными производными второго порядка и выше, получим

$$\Delta X_{Y_1(Z_1)} = S_{Y_1(Z_1)}^{U_1} \Delta U_{Y_1(Z_1)} + S_{Y_1(Z_1)}^{W_1} \Delta W_{Y_1(Z_1)}, \quad (28)$$

$$\Delta X_{Z_1(Y_1)} = S_{Z_1(Y_1)}^{U_1} \Delta U_{Z_1(Y_1)} + S_{Z_1(Y_1)}^{W_1} \Delta W_{Z_1(Y_1)}, \quad (29)$$

где

$$S_{Y_1(Z_1)}^{U_1} = \left(\frac{\partial \Phi_{Y_1(Z_1)}}{\partial X_1} \right)^{-1} \frac{\partial \Phi_{Y_1(Z_1)}}{\partial U_1}, \quad (30)$$

$$S_{Y_1(Z_1)}^{W_1} = \left(\frac{\partial \Phi_{Y_1(Z_1)}}{\partial X_1} \right)^{-1} \frac{\partial \Phi_{Y_1(Z_1)}}{\partial W_1} \quad (31)$$

и

$$S_{Z_1(Y_1)}^{U_1} = \left(\frac{\partial \Phi_{Z_1(Y_1)}}{\partial X_1} \right)^{-1} \frac{\partial \Phi_{Z_1(Y_1)}}{\partial U_1}, \quad (32)$$

$$S_{Z_1(Y_1)}^{W_1} = \left(\frac{\partial \Phi_{Z_1(Y_1)}}{\partial X_1} \right)^{-1} \frac{\partial \Phi_{Z_1(Y_1)}}{\partial W_1}, \quad (33)$$

которые являются матрицами чувствительностей.

Векторы $\Delta X_{Y_1(Z_1)}$ и $\Delta X_{Z_1(Y_1)}$, выраженные через режимные параметры ЭЭС, можно представить в виде

$$\Delta X_{Y_1(Z_1)} = \begin{bmatrix} \frac{\Delta U_{n_1}}{\Delta \Psi_{un_1}} \\ \frac{\Delta \Psi_{un_1}}{\Delta \Psi_{u\ell_1}} \end{bmatrix}, \quad \Delta X_{Z_1(Y_1)} = \begin{bmatrix} \frac{\Delta I'_{t_1}}{\Delta I''_{t_1}} \end{bmatrix}. \quad (34)$$

Скорректированные режимные параметры определяются в виде

$$\begin{bmatrix} \frac{U_{n_1}}{\Psi_{un_1}} \\ \frac{\Psi_{un_1}}{\Psi_{u\ell_1}} \end{bmatrix}^H = \begin{bmatrix} \frac{U_{n_1}}{\Psi_{un_1}} \\ \frac{\Psi_{un_1}}{\Psi_{u\ell_1}} \end{bmatrix}^{\hat{O}} + \begin{bmatrix} \frac{\Delta U_{n_1}}{\Delta \Psi_{un_1}} \\ \frac{\Delta \Psi_{un_1}}{\Delta \Psi_{u\ell_1}} \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} I'_{t_1} \\ I''_{t_1} \end{bmatrix}^H = \begin{bmatrix} I'_{t_1} \\ I''_{t_1} \end{bmatrix}^{\hat{O}} + \begin{bmatrix} \Delta I'_{t_1} \\ \Delta I''_{t_1} \end{bmatrix}, \quad (35)$$

где Н и Ф – соответственно новый и исходный или функционирующий установившиеся режимы.

В развернутой форме выражения (35) принимают следующий вид:

$$\begin{bmatrix} U_{n_1} \\ \Psi_{un_1} \\ \Psi_{u\ell_1} \end{bmatrix}^{\hat{I}} = \begin{bmatrix} U_{n_1} \\ \Psi_{un_1} \\ \Psi_{u\ell_1} \end{bmatrix}^{\hat{O}} - \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial U_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial \Psi_{un_1}} & \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial \Psi_{u\ell_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial U_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial \Psi_{un_1}} & \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial \Psi_{u\ell_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial U_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial \Psi_{un_1}} & \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial \Psi_{u\ell_1}} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial P_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial Q_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial P_{\ell_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial P_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial Q_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial P_{\ell_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial P_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial Q_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial P_{\ell_1}} \end{bmatrix} \times$$

$$\times \begin{bmatrix} \Delta P_{n_1} \\ \Delta Q_{n_1} \\ \Delta P_{\ell_1} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial U_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial \Psi_{un_1}} & \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial \Psi_{u\ell_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial U_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial \Psi_{un_1}} & \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial \Psi_{u\ell_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial U_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial \Psi_{un_1}} & \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial \Psi_{u\ell_1}} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial I'_{t_1}} & \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial I''_{t_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial I'_{t_1}} & \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial I''_{t_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial I'_{t_1}} & \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial I''_{t_1}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta I'_{t_1} \\ \Delta I''_{t_1} \end{bmatrix}, \quad (36)$$

$$\begin{aligned}
\begin{bmatrix} I'_{t_1} \\ I''_{t_1} \end{bmatrix}^i &= \begin{bmatrix} I'_{t_1} \\ I''_{t_1} \end{bmatrix}^{\hat{o}} - \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pt_1}}{\partial I'_{\tau_1}} & \frac{\partial \Phi_{pt_1}}{\partial I''_{\tau_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{qt_1}}{\partial I'_{\tau_1}} & \frac{\partial \Phi_{qt_1}}{\partial I''_{\tau_1}} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pt_1}}{\partial U_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pt_1}}{\partial \Psi_{un_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{qt_1}}{\partial U_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{qt_1}}{\partial \Psi_{un_1}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta U_{n_1} \\ \Delta \Psi_{un_1} \end{bmatrix} - \\
&- \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pt_1}}{\partial I'_{\tau_1}} & \frac{\partial \Phi_{pt_1}}{\partial I''_{\tau_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{qt_1}}{\partial I'_{\tau_1}} & \frac{\partial \Phi_{qt_1}}{\partial I''_{\tau_1}} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pt_1}}{\partial P_{\tau_1}} & \frac{\partial \Phi_{pt_1}}{\partial Q_{\tau_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{qt_1}}{\partial P_{\tau_1}} & \frac{\partial \Phi_{qt_1}}{\partial Q_{\tau_1}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta P_{\tau_1} \\ \Delta Q_{\tau_1} \end{bmatrix}.
\end{aligned} \quad (37)$$

В случае, когда учитывается только изменение вектора возмущения W_1 , выражения (36) и (37) принимают вид

$$\begin{bmatrix} U_{n_1} \\ \Psi_{un_1} \\ \Psi_{u\ell_1} \end{bmatrix}^i = \begin{bmatrix} U_{n_1} \\ \Psi_{un_1} \\ \Psi_{u\ell_1} \end{bmatrix}^{\hat{o}} - \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial U_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial \Psi_{un_1}} & \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial \Psi_{u\ell_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial U_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial \Psi_{un_1}} & \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial \Psi_{u\ell_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial U_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial \Psi_{un_1}} & \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial \Psi_{u\ell_1}} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial P_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial Q_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pm_1}}{\partial P_{\ell_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial P_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial Q_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{qm_1}}{\partial P_{\ell_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial P_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial Q_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pk_1}}{\partial P_{\ell_1}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta P_{n_1} \\ \Delta Q_{n_1} \\ \Delta P_{\ell_1} \end{bmatrix}, \quad (38)$$

$$\begin{bmatrix} I'_{t_1} \\ I''_{t_1} \end{bmatrix}^i = \begin{bmatrix} I'_{t_1} \\ I''_{t_1} \end{bmatrix}^{\hat{o}} - \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pt_1}}{\partial I'_{\tau_1}} & \frac{\partial \Phi_{pt_1}}{\partial I''_{\tau_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{qt_1}}{\partial I'_{\tau_1}} & \frac{\partial \Phi_{qt_1}}{\partial I''_{\tau_1}} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pt_1}}{\partial U_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{pt_1}}{\partial \Psi_{un_1}} \\ \frac{\partial \Phi_{qt_1}}{\partial U_{n_1}} & \frac{\partial \Phi_{qt_1}}{\partial \Psi_{un_1}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta U_{n_1} \\ \Delta \Psi_{un_1} \end{bmatrix}. \quad (39)$$

Частные производные $\partial \Phi_{pm_1} / \partial I'_{t_1}$, $\partial \Phi_{pm_1} / \partial I''_{t_1}$, $\partial \Phi_{pm_1} / \partial I'_{\tau_1}$; $\partial \Phi_{qm_1} / \partial I'_{t_1}$, $\partial \Phi_{qm_1} / \partial I''_{t_1}$, $\partial \Phi_{qm_1} / \partial I'_{\tau_1}$; $\partial \Phi_{pk_1} / \partial I'_{t_1}$, $\partial \Phi_{pk_1} / \partial I''_{t_1}$ и $\partial \Phi_{pk_1} / \partial I'_{\tau_1}$ определяются на основании аналитических выражений функций Φ_{pm_1} , Φ_{qm_1} , Φ_{pk_1} .

Другие типы частных производных определяются соответствующим образом. Частные производные $\partial \Phi_{pt_1} / \partial P_{\tau_1}$, $\partial \Phi_{pt_1} / \partial Q_{\tau_1}$, $\partial \Phi_{qt_1} / \partial P_{\tau_1}$ и $\partial \Phi_{qt_1} / \partial Q_{\tau_1}$ определяются в виде

$$\begin{aligned}\frac{\partial \Phi_{pt_1}}{\partial P_{\tau_1}} &= \begin{cases} 1 & \text{при } t = \tau, \\ 0 & \text{при } t \neq \tau; \end{cases} & \frac{\partial \Phi_{qt_1}}{\partial P_{\tau_1}} &= \begin{cases} 0 & \text{при } t = \tau, \\ 0 & \text{при } t \neq \tau; \end{cases} \\ \frac{\partial \Phi_{pt_1}}{\partial Q_{\tau_1}} &= \begin{cases} 0 & \text{при } t = \tau, \\ 0 & \text{при } t \neq \tau; \end{cases} & \frac{\partial \Phi_{qt_1}}{\partial Q_{\tau_1}} &= \begin{cases} 1 & \text{при } t = \tau, \\ 0 & \text{при } t \neq \tau. \end{cases}\end{aligned}\quad (40)$$

Полученные матричные выражения (38) и (39) позволяют установить численные значения скорректированного установившегося режима первой подсистемы на основании функционирующего установившегося режима.

Аналогичные выражения можно написать для последующих подсистем.

Математическая модель последней N-й подсистемы имеет вид

$$\Phi_{Y_N(Z_N)}(X_N, U_N, W_N) = 0, \quad (41)$$

$$\Phi_{Z_N(Y_N)}(X_N, U_N, W_N) = 0. \quad (42)$$

При соответствующих приращениях векторные уравнения (41) и (42) можно представить в виде

$$\Phi_{Y_N(Z_N)}(X_N^p + \Delta X_N, U_N^0 + \Delta U_N; W_N^0 + \Delta W_N) = 0, \quad (43)$$

$$\Phi_{Z_N(Y_N)}(X_N^p + \Delta X_N, U_N^0 + \Delta U_N; W_N^0 + \Delta W_N) = 0, \quad (44)$$

где X_N^p - вектор состояния в точке решения; U_N^0, W_N^0 - заданные значения векторов управления и возмущения.

Разлагая (43) и (44) в ряд Тейлора и пренебрегая частными производными второго порядка и выше, получим

$$\Delta X_{Y_N(Z_N)} = S_{Y_N(Z_N)}^{U_N} \Delta U_{Y_N(Z_N)} + S_{Y_N(Z_N)}^{W_N} \Delta W_{Y_N(Z_N)}, \quad (45)$$

$$\Delta X_{Z_N(Y_N)} = S_{Z_N(Y_N)}^{U_N} \Delta U_{Z_N(Y_N)} + S_{Z_N(Y_N)}^{W_N} \Delta W_{Z_N(Y_N)}, \quad (46)$$

где

$$S_{Y_N(Z_N)}^{U_N} = \left(\frac{\partial \Phi_{Y_N(Z_N)}}{\partial X_N} \right)^{-1} \frac{\partial \Phi_{Y_N(Z_N)}}{\partial U_N}, \quad (47)$$

$$S_{Y_N(Z_N)}^{W_N} = \left(\frac{\partial \Phi_{Y_N(Z_N)}}{\partial X_N} \right)^{-1} \frac{\partial \Phi_{Y_N(Z_N)}}{\partial W_N} \quad (48)$$

и

$$S_{Z_N(Y_N)}^{U_N} = \left(\frac{\partial \Phi_{Z_N(Y_N)}}{\partial X_N} \right)^{-1} \frac{\partial \Phi_{Z_N(Y_N)}}{\partial U_N}, \quad (49)$$

$$S_{Z_N(Y_N)}^{W_N} = \left(\frac{\partial \Phi_{Z_N(Y_N)}}{\partial X_N} \right)^{-1} \frac{\partial \Phi_{Z_N(Y_N)}}{\partial W_N}, \quad (50)$$

которые также являются матрицами чувствительностей.

Векторы $\Delta X_{Y_N(Z_N)}$ и $\Delta X_{Z_N(Y_N)}$, выраженные через режимные параметры ЭЭС, можно представить в виде

$$\Delta X_{Y_N(Z_N)} = \begin{bmatrix} \frac{\Delta U_{n_N}}{\Delta \Psi_{un_N}} \\ \frac{\Delta \Psi_{u\ell_N}}{\Delta \Psi_{u\ell_N}} \end{bmatrix}, \quad \Delta X_{Z_N(Y_N)} = \begin{bmatrix} \frac{\Delta I'_{t_N}}{\Delta I''_{t_N}} \end{bmatrix}. \quad (51)$$

Скорректированные режимные параметры определяются в виде

$$\begin{bmatrix} \frac{U_{n_N}}{\Psi_{un_N}} \\ \frac{\Psi_{u\ell_N}}{\Psi_{u\ell_N}} \end{bmatrix}^H = \begin{bmatrix} \frac{U_{n_N}}{\Psi_{un_N}} \\ \frac{\Psi_{u\ell_N}}{\Psi_{u\ell_N}} \end{bmatrix}^{\hat{O}} + \begin{bmatrix} \frac{\Delta U_{n_N}}{\Delta \Psi_{un_N}} \\ \frac{\Delta \Psi_{u\ell_N}}{\Delta \Psi_{u\ell_N}} \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} \frac{I'_{t_N}}{I''_{t_N}} \end{bmatrix}^H = \begin{bmatrix} \frac{I'_{t_N}}{I''_{t_N}} \end{bmatrix}^{\hat{O}} + \begin{bmatrix} \frac{\Delta I'_{t_N}}{\Delta I''_{t_N}} \end{bmatrix}, \quad (52)$$

где H и $\hat{O}$ – соответственно новый и исходный или функционирующий установившиеся режимы.

В развернутой форме выражения (52) принимают следующий вид:

$$\begin{bmatrix} U_{n_N} \\ \Psi_{un_N} \\ \Psi_{u\ell_N} \end{bmatrix}^{\hat{I}} = \begin{bmatrix} U_{n_N} \\ \Psi_{un_N} \\ \Psi_{u\ell_N} \end{bmatrix}^{\hat{O}} - \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial U_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial \Psi_{un_N}} & \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial \Psi_{u\ell_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial U_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial \Psi_{un_N}} & \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial \Psi_{u\ell_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial U_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial \Psi_{un_N}} & \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial \Psi_{u\ell_N}} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial P_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial Q_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial P_{\ell_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial P_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial Q_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial P_{\ell_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial P_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial Q_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial P_{\ell_N}} \end{bmatrix} \times \quad (53)$$

$$\begin{bmatrix} \Delta P_{n_N} \\ \Delta Q_{n_N} \\ \Delta P_{\ell_N} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial U_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial \Psi_{un_N}} & \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial \Psi_{u\ell_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial U_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial \Psi_{un_N}} & \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial \Psi_{u\ell_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial U_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial \Psi_{un_N}} & \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial \Psi_{u\ell_N}} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial I'_{t_N}} & \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial I''_{t_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial I'_{t_N}} & \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial I''_{t_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial I'_{t_N}} & \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial I''_{t_N}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta I'_{t_N} \\ \Delta I''_{t_N} \end{bmatrix},$$

$$\begin{bmatrix} \frac{I'_{t_N}}{I''_{t_N}} \end{bmatrix}^{\hat{I}} = \begin{bmatrix} \frac{I'_{t_N}}{I''_{t_N}} \end{bmatrix}^{\hat{O}} - \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pt_N}}{\partial I'_{\tau_N}} & \frac{\partial \Phi_{pt_N}}{\partial I''_{\tau_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{qt_N}}{\partial I'_{\tau_N}} & \frac{\partial \Phi_{qt_N}}{\partial I''_{\tau_N}} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pt_N}}{\partial U_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pt_N}}{\partial \Psi_{un_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{qt_N}}{\partial U_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{qt_N}}{\partial \Psi_{un_N}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta U_{n_N} \\ \Delta \Psi_{un_N} \end{bmatrix} -$$

$$- \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pt_N}}{\partial I'_{\tau_N}} & \frac{\partial \Phi_{pt_N}}{\partial I''_{\tau_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{qt_N}}{\partial I'_{\tau_N}} & \frac{\partial \Phi_{qt_N}}{\partial I''_{\tau_N}} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pt_N}}{\partial P_{\tau_N}} & \frac{\partial \Phi_{pt_N}}{\partial Q_{\tau_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{qt_N}}{\partial P_{\tau_N}} & \frac{\partial \Phi_{qt_N}}{\partial Q_{\tau_N}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta P_{\tau_N} \\ \Delta Q_{\tau_N} \end{bmatrix}.$$

В случае, когда учитывается только изменение вектора возмущения W_N , выражения (53) и (54) принимают вид

$$\begin{bmatrix} U_{n_N} \\ \Psi_{un_N} \\ \Psi_{u\ell_N} \end{bmatrix}^{\dot{I}} = \begin{bmatrix} U_{n_N} \\ \Psi_{un_N} \\ \Psi_{u\ell_N} \end{bmatrix}^{\dot{O}} - \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial U_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial \Psi_{un_N}} & \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial \Psi_{u\ell_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial U_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial \Psi_{un_N}} & \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial \Psi_{u\ell_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial U_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial \Psi_{un_N}} & \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial \Psi_{u\ell_N}} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial P_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial Q_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pm_N}}{\partial P_{\ell_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial P_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial Q_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{qm_N}}{\partial P_{\ell_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial P_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial Q_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pk_N}}{\partial P_{\ell_N}} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \Delta P_{n_N} \\ \Delta Q_{n_N} \\ \Delta P_{\ell_N} \end{bmatrix}, \quad (55)$$

$$\begin{bmatrix} I'_{t_N} \\ I''_{t_N} \end{bmatrix}^{\dot{I}} = \begin{bmatrix} I'_{t_N} \\ I''_{t_N} \end{bmatrix}^{\dot{O}} - \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pt_N}}{\partial I'_{\tau_N}} & \frac{\partial \Phi_{pt_N}}{\partial I''_{\tau_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{qt_N}}{\partial I'_{\tau_N}} & \frac{\partial \Phi_{qt_N}}{\partial I''_{\tau_N}} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\partial \Phi_{pt_N}}{\partial U_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{pt_N}}{\partial \Psi_{un_N}} \\ \frac{\partial \Phi_{qt_N}}{\partial U_{n_N}} & \frac{\partial \Phi_{qt_N}}{\partial \Psi_{un_N}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta U_{n_N} \\ \Delta \Psi_{un_N} \end{bmatrix}. \quad (56)$$

Частные производные $\partial \Phi_{pm_N} / \partial I'_{t_N}$, $\partial \Phi_{pm_N} / \partial I''_{t_N}$, $\partial \Phi_{pm_N} / \partial I'_{\tau_N}$; $\partial \Phi_{qm_N} / \partial I'_{t_N}$, $\partial \Phi_{qm_N} / \partial I''_{t_N}$, $\partial \Phi_{qm_N} / \partial I'_{\tau_N}$; $\partial \Phi_{pk_N} / \partial I'_{t_N}$, $\partial \Phi_{pk_N} / \partial I''_{t_N}$ и $\partial \Phi_{pk_N} / \partial I'_{\tau_N}$ определяются на основании аналитических выражений функций Φ_{pm_N} , Φ_{qm_N} , Φ_{pk_N} . Частные производные $\partial \Phi_{pt_N} / \partial P_{\tau_N}$, $\partial \Phi_{pt_N} / \partial Q_{\tau_N}$, $\partial \Phi_{qt_N} / \partial P_{\tau_N}$ и $\partial \Phi_{qt_N} / \partial Q_{\tau_N}$ определяются в виде

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi_{pt_N}}{\partial P_{\tau_N}} &= \begin{cases} 1 & \text{при } t = \tau, \\ 0 & \text{при } t \neq \tau; \end{cases} & \frac{\partial \Phi_{qt_N}}{\partial P_{\tau_N}} &= \begin{cases} 0 & \text{при } t = \tau, \\ 0 & \text{при } t \neq \tau; \end{cases} \\ \frac{\partial \Phi_{pt_N}}{\partial Q_{\tau_N}} &= \begin{cases} 0 & \text{при } t = \tau, \\ 0 & \text{при } t \neq \tau; \end{cases} & \frac{\partial \Phi_{qt_N}}{\partial Q_{\tau_N}} &= \begin{cases} 1 & \text{при } t = \tau, \\ 0 & \text{при } t \neq \tau. \end{cases} \end{aligned} \quad (57)$$

Остальные типы частных производных определяются на основании соответствующих функций. Полученные матричные выражения (55) и (56) позволяют установить численные значения скорректированного установившегося режима N-й подсистемы на основании функционирующего установившегося режима.

На основании вышеизложенного для решения практических задач предлагается соответствующий вычислительный алгоритм. Сущность вычислительного алгоритма заключается в том, что на первом этапе осуществляется расчет установившегося режима для отдельных подсистем, следовательно, и для системы в целом. Итерационный процесс расчета установившегося режима начинается с первой подсистемы. Сначала рассматривается верхняя левая, затем нижняя правая математические подмодели первой подсистемы. В результате завершения первой итерации первой подсистемы на основании полученных режимных параметров граничных узлов строится математическая модель второй подсистемы и т.д.

Итерационный процесс считается завершенным, если небалансы мощностей узлов отдельных подсистем принимают допустимые значения.

На втором этапе осуществляется коррекция установившегося режима.

Пользуясь вышеприведенными математическими моделями коррекции установившегося режима отдельных подсистем, осуществляется коррекция их режимных параметров.

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 диаоптики // 4-й научн.-техн. семинар.-М., 2004.-С. 1-10.
2. **Хачатрян В.С.** Определение установившихся режимов больших электроэнергетических систем с применением метода Ньютона-Рафсона // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт.-1974.-N 4.-С. 36-43.
3. **Хачатрян К.В.** Коррекция установившегося режима сложной электроэнергетической системы методом диаоптики // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.- 2004.-Т. 57, N 3.-С. 460-466.
4. **Хачатрян В. С., Бадалян Н. П., Тамразян М. Г., Гулян А. Г.** Решение систем гибридных нелинейных алгебраических уравнений установившегося режима ЭЭС при смешанном типе станционных узлов // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.-2001.-Т.54, N 2.-С. 210-217.
5. **Хачатрян К. В., Боросян А. В.** Коррекция установившегося режима электроэнергетической системы при P-U и P-Q типах станционных узлов // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.- 2003.-Т. 56, N 1.-С. 86-93.
6. **Хачатрян К. В., Боросян А. В.** Новый метод коррекции установившегося режима электроэнергетической системы // Изв. НАН РА и ГИУА . Сер. ТН.- 2002.-Т. 55, N 2.-С. 222-230.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 20.09.2003.

Վ. Վ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

ԲԱՐՆ ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԿԱՅՈՒՆԱՑՎԱԾ ՌԵԺԻՄԻ ՎԵՐԱՀԱՇՎՄԱՆ ԸՆԴՀԱՆՐԱՑՎԱԾ ՆՈՐ ԴԻՎՈՊՏԻԿԱԿԱՆ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼ

Առաջարկվում է բարդ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի կայունացված ռեժիմի վերահաշվման ընդհանրացված նոր մեթոդ P-Q և P-U տեսքի կայանային հանգույցների դեպքում հիմնված տրոհման սկզբունքի՝ այսինքն վերջինիս՝ որպես ռադիալ միացված ենթահամակարգի հանրույթ ներկայացման վրա:

K.V. KHACHATRYAN

A NEW DIACOPTICAL GENERALIZED MATHEMATICAL MODEL OF CORRECTING STEADY-STATE CONDITION IN COMPLEX ELECTRICAL POWER SYSTEM

A new method of correcting steady-state condition of the complex electrical power system in P-Q, and P-U types of station units based on the diacoptical concept, i.e. on its representation as radially linked subsystem combination is proposed.