Acetate (EVA) encapsulant for PV modules // Polymer Degradation and Stability.- 1993.- V.41. - P.125-139.
5. **Паносян Ж.Р., Аракелян А.О., Енгибарян Е.В., Торосян Г.Г.** Повышение КПД и долговечности фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии // Известия НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. - 1997. - Т. 50, № 1. - С.30-36.

ГИУА 27.12.1996

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН), т. LI, № 2, 1998, с. 170-178.

УДК 621.311.001 **ЭНЕРГЕТИКА**

М.Б. АЛЬ-ДАРВИШ

РЕШЕНИЕ Y-Z - ФОРМЫ УРАВНЕНИЯ УСТАНОВИВШЕГОСЯ РЕЖИМА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ МАТРИЦЫ ГЕССЕ С ПОСТОЯННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Առաջարկվում են Հեսսի մատրիցի էլեմենտների նոր բանաձևեր, որոնք ոչ մեծ թույլատվության դեպքում կարելի է ընդունել որպես հաստատուններ: Առաջարկված մեթոդը զգալիորեն կրճատում է հաշվողական ծավալը:

Рассматривается решение Y-Z- формы уравнения установившегося режима с помощью метода второго порядка. В результате определенного упрощения устанавливаются новые постоянные выражения для матрицы Гессе.

Библиогр.: 4 назв.

The solution of Y-Z - form equation of steady-state conditions with the second order method is viewed. Owing to certain simplification new crystals for Gesse matrix are established.

Ref. 4.

При решении систем нелинейных алгебраических уравнений установившегося режима электроэнергетической системы (ЭЭС) широко применяется метод первого порядка в виде рекуррентного выражения Ньютона-Рафсона с матрицей Якоби [1, 2]. В последние годы для решения указанной задачи применяется также метод второго порядка в виде рекуррентного выражения с матрицей Гессе [3, 4].

Вычислительные эксперименты показывают, что при применении рекуррентного выражения с матрицей Гессе требуется меньшее количество итераций, чем при матрице Якоби. Однако если установление численных значений элементов матрицы Якоби не требует большого объема вычислительных работ, то этого нельзя сказать относительно матрицы Гессе.

Целью настоящей работы является упрощение определения численных значений элементов матрицы Гессе.

Как известно, на основании гибридной Y-Z - матрицы ЭЭС, состоящей из M+1 узлов, после выбора соответствующей системы индексов: $m(n)=1,2,\ldots,\Gamma$, где Г- число независимых станционных узлов, и $k(\ell)=\Gamma+1,\ \Gamma+2,\ldots,\Gamma+H$, где H - число нагрузочных узлов, можно получить следующие две системы нелинейных алгебраических уравнений относительно активных и реактивных мощностей узлов:

$$\begin{cases} P_m = R_e[\dot{I}_{Бm}\hat{U}_m + \sum\limits_{n=1}^{\Gamma} Y_{m,n}\dot{U}_n\hat{U}_m + \sum\limits_{\ell=\Gamma+1}^{M} \dot{A}_{m,\ell}\dot{I}_\ell\hat{U}_m], \\ Q_m = J_m[\dot{I}_{Бm}\hat{U}_m + \sum\limits_{n=1}^{\Gamma} Y_{m,n}\dot{U}_n\hat{U}_m + \sum\limits_{\ell=\Gamma+1}^{M} \dot{A}_{m,\ell}\dot{I}_\ell\hat{U}_m], \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} P_k = R_e[\dot{U}_{Бk}\hat{I}_k + \sum\limits_{n=1}^{\Gamma} \dot{B}_{k,n}\dot{U}_n\hat{I}_k + \sum\limits_{\ell=\Gamma+1}^{M} Z_{k,\ell}\dot{I}_\ell\hat{I}_k], \\ Q_k = J_m[\dot{U}_{Бk}\hat{I}_k + \sum\limits_{n=1}^{\Gamma} \dot{B}_{k,n}\dot{U}_n\hat{I}_k + \sum\limits_{\ell=\Gamma+1}^{M} Z_{k,\ell}\dot{I}_\ell\hat{I}_k], \end{cases} \quad (2)$$

где $\dot{I}_{Бm} = -\sum\limits_{n=1}^{\Gamma} Y_{m,n}U_0$, $\dot{U}_{Бk} = (1-\sum\limits_{n=1}^{\Gamma}\dot{B}_{k,n})U_0$.

Пользуясь полярной формой представления комплексных напряжений:

$$\hat{U}_m = U_m\exp(-\psi_{um}),\quad \dot{U}_n = U_n\exp(\psi_{un})$$

и алгебраической формой представления комплексных токов

$$\hat{I}_k = I'_k - jI''_k,\quad \dot{I}_\ell = I'_\ell + jI''_\ell,$$

получим следующие выражения для узлов с индексами m(n):

$$\begin{cases} P_m = P_{Бm} + \sum\limits_{n=1}^{\Gamma} U_m[g_{m,n}\cos(\psi_{um}-\psi_{un}) + b_{m,n}\sin(\psi_{um}-\psi_{un})]U_n, \\ Q_m = Q_{Бm} + \sum\limits_{n=1}^{\Gamma} U_m[g_{m,n}\sin(\psi_{um}-\psi_{un}) - b_{m,n}\cos(\psi_{um}-\psi_{un})]U_n, \end{cases} \quad (3)$$

где

$$P_{Бm} = p_{Бm} + \sum_{\ell=\Gamma+1}^{M}[(A'_{m,\ell}I'_\ell - A''_{m,\ell}I''_\ell)\cos\psi_{um} + (A'_{m,\ell}I''_\ell + A''_{m,\ell}I'_\ell)\sin\psi_{um}]U_m,$$

$$Q_{Бm} = q_{Бm} + \sum_{\ell=\Gamma+1}^{M}[(A'_{m,\ell}I'_\ell - A''_{m,\ell}I''_\ell)\sin\psi_{um} - (A'_{m,\ell}I''_\ell + A''_{m,\ell}I'_\ell)\cos\psi_{um}]U_m.$$

Величины $P_{Бm}$, $q_{Бm}$ определяются в виде

$$p_{Бm} = -\sum_{n=1}^{\Gamma}(g_{m,n}\cos\psi_{um} + b_{m,n}\sin\psi_{um})U_0U_m,$$

$$q_{Бm} = -\sum_{n=1}^{\Gamma}(g_{m,n}\sin\psi_{um} - b_{m,n}\cos\psi_{um})U_0U_m.$$

Активные и реактивные мощности для узлов с индексами $k(\ell)$ определяются в виде [4]:

$$P_k = P_{Бk} + \sum_{\ell=\Gamma+1}^{M}[R_{k,\ell}(I'_k I'_\ell + I''_k I''_\ell) + x_{k,\ell}(I''_k I'_\ell - I'_k I''_\ell)],$$

$$Q_k = Q_{Бk} - \sum_{\ell=\Gamma+1}^{M}[R_{k,\ell}(I''_k I'_\ell - I'_k I''_\ell) - x_{k,\ell}(I'_k I'_\ell + I''_k I''_\ell)], \tag{4}$$

где

$$P_{Бk} = p_{Бk} + \sum_{n=1}^{\Gamma}[(B'_{k,n} I'_k + B''_{k,n} I''_k)\cos\psi_{nn} + (B'_{k,n} I''_k - B''_{k,n} I'_k)\sin\psi_{nn}]U_n,$$

$$Q_{Бk} = q_{Бk} + \sum_{n=1}^{\Gamma}[(B'_{k,n} I'_k + B''_{k,n} I''_k)\sin\psi_{nn} - (B'_{k,n} I''_k - B''_{k,n} I'_k)\cos\psi_{nn}]U_n.$$

С другой стороны,

$$p_{Бk} = I'_k U_0 - \sum_{n=1}^{\Gamma}(B'_{k,n} I'_k + B''_{k,n} I''_k)U_0,$$

$$q_{Бk} = -I''_k U_0 + \sum_{n=1}^{\Gamma}(B'_{k,n} I''_k - B''_{k,n} I'_k)U_0.$$

Представим (3) и (4) в следующем виде

$$\begin{cases} F_{pm} = P_m - [P_{Бm} + f_{pm}(U_n, \psi_{nn})] = 0, \\ F_{qm} = Q_m - [Q_{Бm} + f_{qm}(U_n, \psi_{nn})] = 0, \end{cases} \tag{5}$$

$$\begin{cases} \Phi_{pk} = P_k - [P_{Бk} + \varphi_{pk}(I'_\ell, I''_\ell)] = 0, \\ \Phi_{qk} = Q_k - [Q_{Бk} + \varphi_{qk}(I'_\ell, I''_\ell)] = 0. \end{cases} \tag{6}$$

Система (5) изображает уравнения Y(Z) блока, а (6) - Z(Y)-блока. В (5) величины f_{pm} и f_{qm} имеют вид

$$f_{pm}(U_n, \psi_{nn}) = \sum_{n=1}^{\Gamma} U_m[g_{m,n}\cos(\psi_{nm} - \Psi_{nn}) + b_{m,n}\sin(\psi_{nm} - \psi_{nn})]U_n,$$

$$f_{qm}(U_n, \psi_{nn}) = \sum_{n=1}^{\Gamma} U_m[g_{m,n}\sin(\psi_{nm} - \Psi_{nn}) - b_{m,n}\cos(\psi_{nm} - \psi_{nn})]U_n. \tag{7}$$

В системе (6) величины φ_{pk} и φ_{qk} имеют вид

$$\varphi_{pk} = (I'_\ell, I''_\ell) = \sum_{\ell=\Gamma+1}^{M}[R_{k,\ell}(I'_k I'_\ell + I''_k I''_\ell) + x_{k,\ell}(I''_k I'_\ell - I'_k I''_\ell)],$$

$$\varphi_{qk} = (I'_\ell, I''_\ell) = -\sum_{\ell=\Gamma+1}^{M}[R_{k,\ell}(I''_k I'_\ell - I'_k I''_\ell) - x_{k,\ell}(I'_k I'_\ell + I''_k I''_\ell)]. \tag{8}$$

Систему нелинейных алгебраических уравнений (5) необходимо решить относительно неизвестных ψ_{nn}, U_n, а (6) - относительно I'_ℓ, I''_ℓ с применением метода второго порядка или матрицы Гессе. Для решения системы (5) составляется вспомогательная функция

$$F(U,\psi_u)=\sum_{m=1}^{\Gamma}(F_{pm}^2+F_{\varphi m}^2), \tag{9}$$

относительно которой можно написать следующее рекуррентное выражение

$$\left[\begin{array}{c}\psi_{um}\\ \hline U_m\end{array}\right]^{N+1}=\left[\begin{array}{c}\psi_{um}\\ \hline U_m\end{array}\right]^{N}-\left[\begin{array}{c|c}\dfrac{\partial^2 F(U,\psi_u)}{\partial\psi_{um}\partial\psi_{un}} & \dfrac{\partial^2 F(U,\psi_u)}{\partial\psi_{um}\partial U_n}\\ \hline \dfrac{\partial^2 F(U,\psi_u)}{\partial U_m\partial\psi_{un}} & \dfrac{\partial^2 F(U,\psi_u)}{\partial U_m\partial U_n}\end{array}\right]^{-1}\times\left[\begin{array}{c}\dfrac{\partial F(U,\psi_u)}{\partial\psi_{um}}\\ \hline \dfrac{\partial F(U,\psi_u)}{\partial U_m}\end{array}\right] \tag{10}$$

Частные производные первого порядка, входящие в (10), определяются в виде

$$\frac{\partial F(u,\psi_u)}{\partial\psi_{um}}=2\sum_{n=1}^{\Gamma}\left(F_{pn}\frac{\partial F_{pn}}{\partial\psi_{um}}+F_{\varphi n}\frac{\partial F_{\varphi n}}{\partial\psi_{um}}\right), \tag{11}$$

$$\frac{\partial F(u,\psi_u)}{\partial U_m}=2\sum_{n=1}^{\Gamma}\left(F_{pn}\frac{\partial F_{pn}}{\partial U_m}+F_{\varphi n}\frac{\partial F_{\varphi n}}{\partial U_m}\right). \tag{12}$$

Частные производные второго порядка, входящие в матрицы Гессе рекуррентного выражения (10), определяются в виде

$$\frac{\partial^2 F}{\partial\psi_{um}^2}=2\sum_{n=1}^{\Gamma}\left[\left(\frac{\partial F_{pn}}{\partial\psi_{um}}\right)^2+\left(\frac{\partial F_{\varphi n}}{\partial\psi_{um}}\right)^2+F_{pn}\frac{\partial^2 F_{pn}}{\partial\psi_{um}^2}+F_{\varphi n}\frac{\partial^2 F_{\varphi n}}{\partial\psi_{um}^2}\right], \tag{13}$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial U_m^2}=2\sum_{n=1}^{\Gamma}\left[\left(\frac{\partial F_{pn}}{\partial U_m}\right)^2+\left(\frac{\partial F_{\varphi n}}{\partial U_m}\right)^2+F_{pn}\frac{\partial^2 F_{pn}}{\partial U_m^2}+F_{\varphi n}\frac{\partial^2 F_{\varphi n}}{\partial U_m^2}\right], \tag{14}$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 F}{\partial\psi_{um}\partial\psi_{un}}=2\sum_{n=1}^{\Gamma}\bigg(&\frac{\partial F_{pn}}{\partial\psi_{um}}\cdot\frac{\partial F_{pn}}{\partial\psi_{un}}+\frac{\partial F_{\varphi n}}{\partial\psi_{um}}\cdot\frac{\partial F_{\varphi n}}{\partial\psi_{un}}+\\ &+F_{pn}\frac{\partial^2 F_{pn}}{\partial\psi_{um}\partial\psi_{un}}+F_{\varphi n}\frac{\partial^2 F_{\varphi n}}{\partial\psi_{um}\partial\psi_{un}}\bigg),\end{aligned} \tag{15}$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 F}{\partial\psi_{um}\partial U_n}=2\sum_{n=1}^{\Gamma}\bigg(&\frac{\partial F_{pn}}{\partial\psi_{um}}\cdot\frac{\partial F_{pn}}{\partial U_n}+\frac{\partial F_{\varphi n}}{\partial\psi_{um}}\cdot\frac{\partial F_{\varphi n}}{\partial U_n}+\\ &+F_{pn}\frac{\partial^2 F_{pn}}{\partial\psi_{um}\partial U_n}+F_{\varphi n}\frac{\partial^2 F_{\varphi n}}{\partial\psi_{um}\partial U_n}\bigg),\end{aligned} \tag{16}$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 F}{\partial\psi_{um}\partial U_m}=2\sum_{n=1}^{\Gamma}\bigg(&\frac{\partial F_{pn}}{\partial\psi_{um}}\cdot\frac{\partial F_{pn}}{\partial U_m}+\frac{\partial F_{\varphi n}}{\partial\psi_{um}}\cdot\frac{\partial F_{\varphi n}}{\partial U_m}+\\ &+F_{pn}\frac{\partial^2 F_{pn}}{\partial\psi_{um}\partial U_m}+F_{\varphi n}\frac{\partial^2 F_{\varphi n}}{\partial\psi_{um}\partial U_m}\bigg),\end{aligned} \tag{17}$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial U_m \partial U_n} = 2\sum_{n=1}^{\Gamma}\left(\frac{\partial F_{pn}}{\partial U_m}\cdot\frac{\partial F_{pn}}{\partial U_n} + \frac{\partial F_{qn}}{\partial U_m}\cdot\frac{\partial F_{qn}}{\partial U_n} + \right. \tag{18}$$

$$\left. + F_{pn}\frac{\partial^2 F_{pn}}{\partial U_m \partial U_n} + F_{qn}\frac{\partial^2 F_{qn}}{\partial U_m \partial U_n}\right).$$

Определим частные производные первого и второго порядка, входящие в (11)–(18).

Поскольку эти производные необходимо установить на основании аналитического выражения (5), то удобнее их представить в виде

$$F_{pm} = P_m - \left\{ P_{Бm} + g_{m,m}U_m^2 + \sum_{\substack{n=1\\ n\neq m}}^{\Gamma} U_m [g_{m,n}\cos(\psi_{um} - \psi_{un}) + \right.$$

$$\left. + b_{m,n}\sin(\psi_{um} - \psi_{un})]U_n \right\} = 0,$$

$$F_{qm} = Q_m - \left\{ Q_{Бm} - b_{m,m}U_m^2 + \sum_{\substack{n=1\\ n\neq m}}^{\Gamma} U_m [g_{m,n}\sin(\psi_{um} - \psi_{un}) - \right. \tag{19}$$

$$\left. - b_{m,n}\cos(\psi_{um} - \psi_{un})]U_n \right\} = 0.$$

На основании аналитических выражений (19) определим частные производные первого порядка, когда n=m:

$$\frac{\partial F_{pm}}{\partial \psi_{um}} = -\left\{ P_{Бm}^0 - U_m \sum_{\substack{n=1\\ n\neq m}}^{\Gamma} [g_{m,n}\sin(\psi_{um} - \psi_{un}) - \right. \tag{20}$$

$$\left. - b_{m,n}\cos(\psi_{um} - \psi_{un})]U_n \right\},$$

$$\frac{\partial F_{qm}}{\partial \psi_{um}} = -\left\{ Q_{Бm}^0 + U_m \sum_{\substack{n=1\\ n\neq m}}^{\Gamma} [g_{m,n}\cos(\psi_{um} - \psi_{un}) + \right. \tag{21}$$

$$+b_{m,n}\sin(\psi_{um}-\psi_{un})]U_n\Bigg\},$$

где

$$P^0_{Бm}=\frac{\partial F_{Бm}}{\partial\psi_{um}}=\sum_{n=1}^{Г}(g_{m,n}\sin\psi_{um}-b_{m,n}\cos\psi_{um})U_0U_m-$$

$$-\sum_{\ell=Г+1}^{M}[(A'_{m,\ell}I'_\ell-A''_{m,\ell}I''_\ell)\sin\psi_{um}-(A'_{m,\ell}I''_\ell+A''_{m,\ell}I'_\ell)\cos\psi_{um}]U_m,$$

$$Q^0_{Бm}=\frac{\partial Q_{Бm}}{\partial\psi_{um}}=-\sum_{n=1}^{Г}(g_{m,n}\cos\psi_{um}+b_{m,n}\sin\psi_{um})U_0U_m+$$

$$+\sum_{\ell=Г+1}^{M}[(A'_{m,\ell}I'_\ell-A''_{m,\ell}I''_\ell)\cos\psi_{um}+(A'_{m,\ell}I''_\ell+A''_{m,\ell}I'_\ell)\sin\psi_{um}]U_m,$$

$$\frac{\partial F_{pm}}{\partial U_m}=-\Bigg\{I^0_{pm}+g_{m,m}U_m+\sum_{\substack{n=1\\n\neq m}}^{Г}[g_{m,n}\cos(\psi_{um}-\psi_{un})+ \tag{22}$$

$$+b_{m,n}\sin(\psi_{um}-\psi_{un})]U_n\Bigg\},$$

$$\frac{\partial F_{qm}}{\partial U_m}=-\Bigg\{I^0_{qm}-2b_{m,m}U_m+\sum_{\substack{n=1\\n\neq m}}^{Г}[g_{m,n}\sin(\psi_{um}-\psi_{un})- \tag{23}$$

$$-b_{m,n}\cos(\psi_{um}-\psi_{un})]U_n\Bigg\}.$$

Величины I^0_{pm} и I^0_{qm} определяются в виде

$$I^0_{pm}=\frac{\partial P_{Бm}}{\partial U_m}=-\sum_{n=1}^{Г}(g_{m,n}\cos\psi_{um}+b_{m,n}\sin\psi_{um})U_0+$$

$$+\sum_{\ell=Г+1}^{M}[(A'_{m,\ell}I'_\ell-A''_{m,\ell}I''_\ell)\cos\psi_{um}+(A'_{m,\ell}I''_\ell+A''_{m,\ell}I'_\ell)\sin\psi_{um}],$$

$$I^0_{qm} = \frac{\partial Q_{Бm}}{\partial U_m} = -\sum_{n=1}^{Г}(g_{m,n}\sin\psi_{um} - b_{m,n}\cos\psi_{um})U_0 +$$

$$+\sum_{\ell=Г+1}^{M}[(A'_{m,\ell}I'_\ell - A''_{m,\ell}I''_\ell)\sin\psi_{um} - (A'_{m,\ell}I''_\ell + A''_{m,\ell}I'_\ell)\cos\psi_{um}].$$

Как видно, вышеприведенные выражения относятся к узлам с индексами m(n), т.е. к станционным узлам.

Для станционных узлов можно принять, что модули напряжения всегда близки к напряжению базисного узла и $U_1 = U_2 = \ldots = U_m = \ldots = U_Г = U_0$. С другой стороны, так как расхождение углов $\psi_{um} - \psi_{un}$ небольшое, то можно принять также $\cos(\psi_{um} - \psi_{un}) = 1$, $\sin(\psi_{um} - \psi_{un}) = 0$. В результате получим следующие выражения для частных производных первого порядка:

$$\frac{\partial F_{pm}}{\partial \psi_{um}} = Q_m + b_{m,m}U_0^2, \quad \frac{\partial F_{qm}}{\partial \psi_{um}} = -P_m + g_{m,m}U_0^2,$$
$$\frac{\partial F_{pm}}{\partial U_m} = -\frac{P_m}{U_0} - g_{m,m}U_0, \quad \frac{\partial F_{qm}}{\partial U_m} = -\frac{Q_m}{U_m} + b_{m,m}U_0 \ , \tag{24}$$

$$\frac{\partial F_{pm}}{\partial \psi_{un}} = b_{m,n}U_0^2, \quad \frac{\partial F_{qm}}{\partial \psi_{un}} = g_{m,n}U_0^2,$$
$$\frac{\partial F_{pm}}{\partial U_n} = -g_{m,n}U_0, \quad \frac{\partial F_{qm}}{\partial U_n} = b_{m,n}U_0. \tag{25}$$

Частные производные второго порядка определяются в виде

$$\frac{\partial^2 F_{pm}}{\partial \psi_{um}^2} = P_m - g_{m,m}U_0^2, \quad \frac{\partial^2 F_{qm}}{\partial \psi_{um}^2} = Q_m + b_{m,m}U_0^2,$$
$$\frac{\partial^2 F_{pm}}{\partial \psi_{um}\partial U_m} = \frac{Q_m}{U_0} + b_{m,m}U_0, \quad \frac{\partial^2 F_{qm}}{\partial \psi_{um}\partial U_m} = -\frac{P_m}{U_0} + g_{m,m}U_0, \tag{26}$$
$$\frac{\partial^2 F_{pm}}{\partial U_m^2} = -2g_{m,m}, \quad \frac{\partial^2 F_{qm}}{\partial U_m^2} = 2b_{m,m},$$

$$\frac{\partial^2 F_{pm}}{\partial \psi_{um}\partial \psi_{un}} = -g_{m,n}U_0^2, \quad \frac{\partial^2 F_{qm}}{\partial \psi_{um}\partial \psi_{un}} = b_{m,n}U_0^2, \tag{27}$$
$$\frac{\partial^2 F_{pm}}{\partial \psi_{um}\partial U_n} = -b_{m,n}U_0, \quad \frac{\partial^2 F_{qm}}{\partial \psi_{um}\partial U_n} = -g_{m,n}U_0,$$
$$\frac{\partial^2 F_{pm}}{\partial \psi_{un}\partial U_n} = b_{m,n}U_0, \quad \frac{\partial^2 F_{qm}}{\partial \psi_{un}\partial U_n} = g_{m,n}U_0,$$

$$\frac{\partial^2 F_{pm}}{\partial U_m \partial U_n} = -g_{mn}, \quad \frac{\partial^2 F_{qm}}{\partial U_m \partial U_n} = b_{mn}.$$

Полученные частные производные (24)-(27) входят в выражения частных производных (13)-(18), которые являются элементами матрицы Гессе рекуррентного выражения (10). Нетрудно убедиться, что при этом получаем матрицы Гессе с постоянными элементами. Если при организации итерационного процесса после обращения матрицы Гессе она остается постоянной, то при этом ее множитель с правой стороны изменяется.

В результате установлены необходимые частные производные первого и второго порядков, входящие в (10), изображающие рекуррентное выражение системы нелинейных алгебраических уравнений установившегося режима ЭЭС Y(Z) - блока.

Рекуррентное выражение для системы нелинейных алгебраических уравнений Z(Y) - блока имеет вид [5]

$$\begin{bmatrix} I'_r \\ \hline I''_r \end{bmatrix}^{u+1} = \begin{bmatrix} I'_r \\ \hline I''_r \end{bmatrix}^{u} - \left[\begin{array}{c|c} \dfrac{\partial^2 F_1(I)}{\partial I'_k \partial I'_r} & \dfrac{\partial^2 F_1(I)}{\partial I'_k \partial I''_r} \\ \hline \dfrac{\partial^2 F_1(I)}{\partial I''_k \partial I'_r} & \dfrac{\partial^2 F_1(I)}{\partial I''_k \partial I''_r} \end{array}\right]^{-1} \times \begin{bmatrix} \dfrac{\partial F_1(I)}{\partial I'_k} \\ \hline \dfrac{\partial F_1(I)}{\partial I''_k} \end{bmatrix}. \quad (28)$$

После построения рекуррентных выражений (10) и (28) можно перейти к описанию вычислительного алгоритма для решения численных практических задач. Следует отметить, что вычислительный алгоритм для организации итерационного процесса по рекуррентным выражениям (10) и (28) принципиально не отличается от алгоритма, приведенного в [4]. Итерационный процесс считается завершенным, если обеспечивается условие

$$\max \sum_{m=1}^{\Gamma} \left(F_{pm}^2 + F_{qm}^2 \right) \le \varepsilon_m, \quad (29)$$

для системы уравнений Y(Z) - блока;

$$\max \sum_{k=\Gamma+1}^{M} \left(\Phi_{pk}^2 + \Phi_{qm}^2 \right) \le \varepsilon_k \quad (30)$$

для системы уравнений Z(Y) - блока.

В (29) и (30) ε_m и ε_k являются заданными положительными величинами и характеризуют точность получения численных значений текущих активных и реактивных мощностей независимых станционных и нагрузочных узлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Хачатрян В.С.** Определение установившихся режимов больших электроэнергетических систем с применением метода Ньютона-Рафсона // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт. - 1973. - № 4. - С. 36-43.

2. **Хачатрян В.С., Этмекчян Э.А.** Развитие гибридного метода расчета установившихся режимов электрических систем // Электричество. - 1991. - № 1. - С. 6-13.
3. **Хачатрян В.С., Хачатрян С.Ц., Сафарян В.С.** Расчет установившихся электрических систем с применением матрицы Гессе при Z-форме задания режимов состояния сети // Изв. вузов СССР. Энергетика. - 1990. - № 1. - С. 20-23.
4. **Хачатрян В.С., Аль-Дарвиш М.Б.** Решение Y-Z-формы уравнения установившегося режима электроэнергетической системы с помощью матрицы Гессе // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. - 1997.-Т. 50, №3. - С.13 -26.

ГИУА 08.04.1998

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН), т. LI, № 2, 1998, с. 178-184.

УДК 621.311.001.24:002.6 **ЭНЕРГЕТИКА**

К.В. ХАЧАТРЯН, Х. ИСЛАМ

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НЕНАБЛЮДАЕМОЙ ЧАСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Կառուցված է էլեկտրաէներգետիկական համակարգի կայունացված ռեժիմի մաթեմատիկական մոդել, որը հնարավորություն է տալիս գնահատել չդիտարկվող մասի ռեժիմային պարամետրերը, երբ տրված է դիտարկվող մասի նկատմամբ անհրաժեշտ ինֆորմացիա:

Построена математическая модель установившегося режима ЭЭС, позволяющая определить режимные параметры ненаблюдаемой части при наличии исходной информации относительно наблюдаемой.

Библиогр.: 8 назв.

A mathematical model with steady-state conditions enabling to determine mode parameters of the nonobservable part is constructed when the initial information relative to observable one is available.

Ref. 8.

Как известно [1-2], для решения задачи расчета установившегося режима требуется обеспечить в качестве исходной информации два режимных параметра для каждого узла.

Сущность задачи оценивания заключается в том, что наряду с установлением состояния режимных параметров необходимо заняться также обработкой телеизмерений или информации и их качеством с точки зрения точности. В случае, если заданная исходная информация позволяет установить состояние искомых режимных параметров, исследуемая ЭЭС называется наблюдаемой, в противном случае - ненаблюдаемой. Как в теоретическом, так и практическом аспекте, всегда можно получить необходимую исходную информацию для решения полной задачи оценивания состояния режимных параметров ЭЭС. Однако это связано с