

О.Н. ГАСПАРЯН, Э.С. МАНУКЯН

ОБЛАЧНАЯ РОБОТОТЕХНИКА И ПУТИ ЕЕ РАЗВИТИЯ

Проведен обобщенный анализ литературных источников. Рассмотрены текущие успехи современных робототехнических систем и пути их развития.

Ключевые слова: облачная робототехника, Интернет, робот, база знаний.

O.N. GASPARYAN, E.S. MANUKYAN

CLOUD ROBOTICS AND THE WAYS OF ITS DEVELOPMENT

A generalized analysis of literature sources successes of modern robotic SCS and the ways of their development is carried out.

Keywords: cloud robotics, internet, robot, knowledge base.

УДК 621.52+511.52

М.А. АДАМЯН, Г.В. АДАМЯН, С.О. СИМОНЯН

ДЕКОМПОЗИЦИОННЫЕ Д-АНАЛОГИ УСЛОВИЯ МУРА-ПЕНРОУЗА

$$[A(t) \cdot X(t)]^* = A(t) \cdot X(t)$$

Предложены конструктивные итерационные и численно-аналитические матрично-блочные методы определения комплексных однопараметрических обобщенных обратных матриц Мура-Пенроуза. Численно-аналитические методы основаны на дифференциальных преобразованиях Г.Е. Пухова, позволяющих широко использовать возможности современных информационных технологий для достижения поставленной цели.

Ключевые слова: комплексные однопараметрические матрицы, обобщённые обратные матрицы, декомпозиция, дифференциальные преобразования, конструктивные матрично-блочные методы, информационные технологии.

Введение. Однопараметрические и их обобщённые обратные матрицы достаточно часто встречаются при решении различных научно-технических задач. Прямое применение известных вычислительных методов, предназначенных для решения числовых задач, затруднительно или иногда принципиально невозможно из-за функциональности соответствующих матриц, что обуславливает необходимость разработки новых конструктивных методов решения этой проблемы. В работах [1, 2] были предложены такие методы, которые были основаны на 1-ом и 2-ом условиях Мура-Пенроуза [3] соответственно и дифференциальных преобразованиях Г.Е. Пухова [4]. В настоящей работе предлагаются аналогичные методы, основанные на 3-ем условии Мура-Пенроуза [3].

Математический аппарат. Исходную матрицу $A(t)_{m \times n}$ представим в виде

$$A(t)_{m \times n} = B(t)_{m \times n} + j \cdot C(t)_{m \times n},$$

а обобщённую обратную к ней $A^+(t) \equiv X(t)$ - в виде

$$X(t)_{n \times m} = F(t)_{n \times m} + j \cdot G(t)_{n \times m}.$$

При этом, согласно третьему условию Мура-Пенроуза, имеем

$$\begin{aligned} [A(t) \cdot X(t)]^* &= X^*(t)A^*(t) = [F(t) + j \cdot G(t)]^* \cdot [B(t) + j \cdot C(t)]^* = \\ &= [F^T(t) - j \cdot G^T(t)] \cdot [B^T(t) - j \cdot C^T(t)] = \\ &= [F^T(t) \cdot B^T(t) - G^T(t) \cdot C^T(t)] - j \cdot [F^T(t) \cdot C^T(t) + G^T(t) \cdot B^T(t)] = \\ &= A(t) \cdot X(t) = [B(t) + j \cdot C(t)] \cdot [F(t) + j \cdot G(t)] = \\ &= [B(t) \cdot F(t) - C(t) \cdot G(t)] + j \cdot [B(t) \cdot G(t) + C(t) \cdot F(t)], \end{aligned}$$

откуда получим следующую систему матричных уравнений второго порядка с неизвестными матрицами $F(t)$ и $G(t)$:

$$\begin{cases} F^T(t) \cdot B^T(t) - G^T(t) \cdot C^T(t) = B(t) \cdot F(t) - C(t) \cdot G(t), \\ -F^T(t) \cdot C^T(t) - G^T(t) \cdot B^T(t) = B(t) \cdot G(t) + C(t) \cdot F(t). \end{cases} \quad (1)$$

Итерационные процедуры. Систему матричных уравнений (1) представим в виде следующего матрично-блочного столбцевого эквивалента:

$$\begin{bmatrix} F^T(t) & -G^T(t) \\ -G^T(t) & -F^T(t) \end{bmatrix}_{2m \times 2n} \cdot \begin{bmatrix} B^T(t) \\ C^T(t) \end{bmatrix}_{2n \times m} = \begin{bmatrix} B(t) & -C(t) \\ C(t) & B(t) \end{bmatrix}_{2m \times 2n} \cdot \begin{bmatrix} F(t) \\ G(t) \end{bmatrix}_{2n \times m}. \quad (2)$$

Отсюда имеем следующие итерационные вычислительные схемы:

$$\begin{bmatrix} F(t) \\ G(t) \end{bmatrix}_{2n \times m}^{(q+1)} = \begin{bmatrix} B(t) & -C(t) \\ C(t) & B(t) \end{bmatrix}_{2m \times 2n}^+ \cdot \begin{bmatrix} F^T(t) & -G^T(t) \\ -G^T(t) & -F^T(t) \end{bmatrix}_{2m \times 2n}^{(q)} \cdot \begin{bmatrix} B^T(t) \\ C^T(t) \end{bmatrix}_{2n \times m} \quad (3a)$$

или

$$\begin{bmatrix} F^T(t) & -G^T(t) \\ -G^T(t) & -F^T(t) \end{bmatrix}_{2m \times 2n}^{(q+1)} = \begin{bmatrix} B(t) & -C(t) \\ C(t) & B(t) \end{bmatrix}_{2m \times 2n} \cdot \begin{bmatrix} F(t) \\ G(t) \end{bmatrix}_{2n \times m}^{(q)} \cdot \begin{bmatrix} B^T(t) \\ C^T(t) \end{bmatrix}_{m \times 2n}^+, \quad (36)$$

где q - номер итерации.

Замечание 1. Матрица с блочными элементами-матрицами $F^T(t)$ и $G^T(t)$ является блочно-симметрической относительно первой главной диагонали и блочно-кососимметрической относительно второй главной диагонали, а матрица с блочными элементами $B(t)$ и $C(t)$ - блочно-кососимметрической относительно первой главной диагонали и блочно-симметрической относительно второй главной диагонали.

Замечание 2. Блочная симметричность и кососимметричность матрицы с блочными элементами $F^T(t)$ и $G^T(t)$ являются важным контрольным условием правильности получаемого решения.

Замечание 3. Практическую реализацию вычислительных схем (3а) или (3б) можно осуществить на основе метода замороженных коэффициентов [5] с дальнейшей аппроксимацией блочных элементов $F^T(t_j)$ и $G^T(t_j)$ и применением какого-либо метода теории аппроксимации [6].

Численно-аналитические решения. Матрично-блочно-столбцовое представление (2) из области оригиналов переведем в область дифференциальных изображений. Получим

$$\sum_{l=0}^K \left[\begin{array}{c|c} F^T(l) & -G^T(l) \\ \hline -G^T(l) & -F^T(l) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(K-l) \\ \hline C^T(K-l) \end{array} \right] = \sum_{l=0}^K \left[\begin{array}{c|c} B(l) & -C(l) \\ \hline C(l) & B(l) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(K-l) \\ \hline G(K-l) \end{array} \right]. \quad (4)$$

Следовательно:

при $K=0$:

$$\left[\begin{array}{c|c} F^T(0) & -G^T(0) \\ \hline -G^T(0) & -F^T(0) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(0) \\ \hline C^T(0) \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c|c} B(0) & -C(0) \\ \hline C(0) & B(0) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(0) \\ \hline G(0) \end{array} \right],$$

откуда

$$\left[\begin{array}{c} F(0) \\ \hline G(0) \end{array} \right]_{(q+1)} = \left[\begin{array}{c|c} B(0) & -C(0) \\ \hline C(0) & B(0) \end{array} \right]^+ \cdot \left[\begin{array}{c|c} F^T(0) & -G^T(0) \\ \hline -G^T(0) & -F^T(0) \end{array} \right]_{(q)} \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(0) \\ \hline C^T(0) \end{array} \right], \quad (5a)$$

либо

$$\left[\begin{array}{c|c} F^T(0) & -G^T(0) \\ \hline -G^T(0) & -F^T(0) \end{array} \right]_{(q+1)} = \left[\begin{array}{c|c} B(0) & -C(0) \\ \hline C(0) & B(0) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(0) \\ \hline G(0) \end{array} \right]_{(q)} \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(0) \\ \hline C^T(0) \end{array} \right]^+; \quad (5b)$$

при $K=1$:

$$\begin{aligned} & \left[\begin{array}{c|c} F^T(0) & -G^T(0) \\ \hline -G^T(0) & -F^T(0) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(1) \\ \hline C^T(1) \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c|c} F^T(1) & -G^T(1) \\ \hline -G^T(1) & -F^T(1) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(0) \\ \hline C^T(0) \end{array} \right] = \\ & = \left[\begin{array}{c|c} B(0) & -C(0) \\ \hline C(0) & B(0) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(1) \\ \hline G(1) \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c|c} B(1) & -C(1) \\ \hline C(1) & B(1) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(0) \\ \hline G(0) \end{array} \right], \end{aligned}$$

откуда

$$\begin{aligned} \left[\begin{array}{c|c} F(1) & \\ \hline G(1) & \end{array} \right]_{(q+1)} &= \left[\begin{array}{c|c} B(0) & -C(0) \\ \hline C(0) & B(0) \end{array} \right]^+ \cdot \left\{ \left[\begin{array}{c|c} F^T(0) & -G^T(0) \\ \hline -G^T(0) & -F^T(0) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(1) \\ \hline C^T(1) \end{array} \right] + \right. \\ &+ \left. \left[\begin{array}{c|c} F^T(1) & -G^T(1) \\ \hline -G^T(1) & -F^T(1) \end{array} \right]_{(q)} \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(0) \\ \hline C^T(0) \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c|c} B(1) & -C(1) \\ \hline C(1) & B(1) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(0) \\ \hline G(0) \end{array} \right] \right\}, \quad (6a) \end{aligned}$$

либо

$$\begin{aligned} \left[\begin{array}{c|c} F^T(1) & -G^T(1) \\ \hline -G^T(1) & -F^T(1) \end{array} \right]_{(q+1)} &= \left\{ \left[\begin{array}{c|c} B(0) & -C(0) \\ \hline C(0) & B(0) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(1) \\ \hline G(1) \end{array} \right]_{(q)} + \left[\begin{array}{c|c} B(1) & -C(1) \\ \hline C(1) & B(1) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(0) \\ \hline G(0) \end{array} \right] - \right. \\ &- \left. \left[\begin{array}{c|c} F^T(0) & -G^T(0) \\ \hline -G^T(0) & -F^T(0) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(1) \\ \hline C^T(1) \end{array} \right] \right\} \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(0) \\ \hline C^T(0) \end{array} \right]^+; \quad (6b) \end{aligned}$$

при $K=2$:

$$\begin{aligned} &\left[\begin{array}{c|c} F^T(0) & -G^T(0) \\ \hline -G^T(0) & -F^T(0) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(2) \\ \hline C^T(2) \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c|c} F^T(1) & -G^T(1) \\ \hline -G^T(1) & -F^T(1) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(1) \\ \hline C^T(1) \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c|c} F^T(2) & -G^T(2) \\ \hline -G^T(2) & -F^T(2) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(0) \\ \hline C^T(0) \end{array} \right] = \\ &= \left[\begin{array}{c|c} B(0) & -C(0) \\ \hline C(0) & B(0) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(2) \\ \hline G(2) \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c|c} B(1) & -C(1) \\ \hline C(1) & B(1) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(1) \\ \hline G(1) \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c|c} B(2) & -C(2) \\ \hline C(2) & B(2) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(0) \\ \hline G(0) \end{array} \right], \end{aligned}$$

откуда

$$\begin{aligned} \left[\begin{array}{c|c} F(2) \\ \hline G(2) \end{array} \right]_{(q+1)} &= \left[\begin{array}{c|c} B(0) & -C(0) \\ \hline C(0) & B(0) \end{array} \right]^+ \cdot \left\{ \left[\begin{array}{c|c} F^T(0) & -G^T(0) \\ \hline -G^T(0) & -F^T(0) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(2) \\ \hline C^T(2) \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c|c} F^T(1) & -G^T(1) \\ \hline -G^T(1) & -F^T(1) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(1) \\ \hline C^T(1) \end{array} \right] + \right. \\ &+ \left. \left[\begin{array}{c|c} F^T(2) & -G^T(2) \\ \hline -G^T(2) & -F^T(2) \end{array} \right]_{(q)} \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(0) \\ \hline C^T(0) \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c|c} B(1) & -C(1) \\ \hline C(1) & B(1) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(1) \\ \hline G(1) \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c|c} B(2) & -C(2) \\ \hline C(2) & B(2) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(0) \\ \hline G(0) \end{array} \right] \right\}, \quad (7a) \end{aligned}$$

либо

$$\begin{aligned} \left[\begin{array}{c|c} F^T(2) & -G^T(2) \\ \hline -G^T(2) & -F^T(2) \end{array} \right]_{(q+1)} &= \left\{ \left[\begin{array}{c|c} B(0) & -C(0) \\ \hline C(0) & B(0) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(2) \\ \hline G(2) \end{array} \right]_{(q)} + \left[\begin{array}{c|c} B(1) & -C(1) \\ \hline C(1) & B(1) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(1) \\ \hline G(1) \end{array} \right] + \right. \\ &+ \left. \left[\begin{array}{c|c} B(2) & -C(2) \\ \hline C(2) & B(2) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(0) \\ \hline G(0) \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c|c} F^T(0) & -G^T(0) \\ \hline -G^T(0) & -F^T(0) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(2) \\ \hline C^T(2) \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c|c} F^T(1) & -G^T(1) \\ \hline -G^T(1) & -F^T(1) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(1) \\ \hline C^T(1) \end{array} \right] \right\} \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(0) \\ \hline C^T(0) \end{array} \right]^+; \quad (7b) \end{aligned}$$

⋮

при $K=K$:

$$\begin{aligned} \sum_{l=0}^{K-1} \left[\begin{array}{c|c} F^T(l) & -G^T(l) \\ \hline -G^T(l) & -F^T(l) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(K-l) \\ \hline C^T(K-l) \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c|c} F^T(K) & -G^T(K) \\ \hline -G^T(K) & -F^T(K) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(0) \\ \hline C^T(0) \end{array} \right] = \\ = \sum_{l=1}^K \left[\begin{array}{c|c} B(l) & -C(l) \\ \hline C(l) & B(l) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(K-l) \\ \hline G(K-l) \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c|c} B(0) & -C(0) \\ \hline C(0) & B(0) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(K) \\ \hline G(K) \end{array} \right], \end{aligned}$$

откуда

$$\begin{aligned} \left[\begin{array}{c} F(K) \\ \hline G(K) \end{array} \right]_{(q+1)} = \left[\begin{array}{c|c} B(0) & -C(0) \\ \hline C(0) & B(0) \end{array} \right]^+ \cdot \left\{ \sum_{l=0}^{K-1} \left[\begin{array}{c|c} F^T(l) & -G^T(l) \\ \hline -G^T(l) & -F^T(l) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(K-l) \\ \hline C^T(K-l) \end{array} \right] + \right. \\ \left. + \left[\begin{array}{c|c} F^T(K) & -G^T(K) \\ \hline -G^T(K) & -F^T(K) \end{array} \right]_{(q)} \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(0) \\ \hline C^T(0) \end{array} \right] - \sum_{l=1}^K \left[\begin{array}{c|c} B(l) & -C(l) \\ \hline C(l) & B(l) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(K-l) \\ \hline G(K-l) \end{array} \right] \right\}, \quad (8a) \end{aligned}$$

либо

$$\begin{aligned} \left[\begin{array}{c|c} F^T(K) & -G^T(K) \\ \hline -G^T(K) & -F^T(K) \end{array} \right]_{(q+1)} = \left\{ \sum_{l=1}^K \left[\begin{array}{c|c} B(l) & -C(l) \\ \hline C(l) & B(l) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(K-l) \\ \hline G(K-l) \end{array} \right] + \right. \\ \left. + \left[\begin{array}{c|c} B(0) & -C(0) \\ \hline C(0) & B(0) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} F(K) \\ \hline G(K) \end{array} \right]_{(q)} - \sum_{l=0}^{K-1} \left[\begin{array}{c|c} F^T(l) & -G^T(l) \\ \hline -G^T(l) & -F^T(l) \end{array} \right] \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(K-l) \\ \hline C^T(K-l) \end{array} \right] \right\} \cdot \left[\begin{array}{c} B^T(0) \\ \hline C^T(0) \end{array} \right]^+. \quad (8b) \end{aligned}$$

Замечание 4. Матричные дискреты с блочными элементами-матрицами $F^T(l)$ и $G^T(l)$, $\forall l = \overline{0, K}$ являются блочно-симметрическими относительно первой главной диагонали и блочно-кососимметрическими относительно второй главной диагонали, а матричные дискреты с блочными элементами-матрицами $B(l)$ и $C(l)$, $\forall l = \overline{0, K}$ - блочно-кососимметрическими относительно первой главной диагонали и блочно-симметрическими относительно второй главной диагонали.

Замечание 5. Блочная симметричность и кососимметричность матриц с блочными элементами $F^T(l)$ и $G^T(l)$, $\forall l = \overline{0, K}$ также являются важным контрольным условием правильности получаемых решений по определению этих матричных дискрет.

Заключение. Таким образом, используя средства современных информационных технологий [7] и рекуррентно определив матричные дискреты $F(0), G(0); F(1), G(1); \dots; F(K), G(K)$ в соответствии с матрично-блочными представлениями (5a) или (5б); (6a) или (6б); \dots ; (8a) или (8б), далее применением некоторого обратного дифференциального преобразования можно восстановить решение $X(t) \equiv A^+(t)$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Симонян С.О.** Декомпозиционные методы определения комплексных однопараметрических обобщённых обратных матриц (I) // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. - 2014. -Т. LXVII, №3. - С. 336-344.
2. **Симонян С.О., Адамян Г.В., Симонян А.С., Празян Л.В.** Декомпозиционные методы определения комплексных однопараметрических обобщённых обратных матриц (II) // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер.ТН. – 2014. - Т. LXVII, №4. - С. 425-433.
3. **Campbell S.L., Meyer C.D.** Generalized Inverses of Linear Tranformations.- Philadelphia: SIAM, 2009.-272p.
4. **Пухов Г.Е.** Дифференциальные преобразования функций и уравнений.-Киев: Наукова думка, 1984.-420с.
5. **Симонян С.О., Аветисян А.Г.** Прикладная теория дифференциальных преобразований. – Ереван: Чартарагет, 2010. - 360с.
6. **Крылов В.И., Бобков В.В., Монастырный П.И.** Вычислительные методы высшей математики.-Т.1.-Минск: Высшая школа, 1972. -584с.
7. **Stroustrup B.** The C++ Programming Language. 4th ed.-Boston:Addison-WesleyProfessional, 2013.-1368p.

Մ.Ա. ԱԴԱՄՅԱՆ, Գ.Վ. ԱԴԱՄՅԱՆ, Ս.Հ. ՍԻՄՈՆՅԱՆ

ՄՈՒՐ-ՊԵՆՐՈՈՒՋԻ $[A(t) \cdot X(t)]' = A(t) \cdot X(t)$ ՊԱՅՄԱՆԻ ԴԵԿՈՄՊՈԶԻՑԻՈՆ ԴՆՄԱՆԱԿՆԵՐԸ

Առաջարկված են Մուր-Պենրոուզի կոմպլեքս միապարամետրական ընդհանրացված հակադարձ մատրիցների որոշման կոնստրուկտիվ խտերացիոն և թվա-անալիտիկ մատրիցա-բլոկային մեթոդներ: Թվա-անալիտիկ մեթոդները հիմնված են Գ.Ե. Պոլսոնի դիֆերենցիալ ձևափոխությունների վրա, որոնք թույլ են տալիս առաջադրված նպատակին հասնելու համար լայնորեն օգտագործել ժամանակակից տեղեկատվական տեխնոլոգիաների հնարավորությունները:

Առանցքային բաներ. կոմպլեքս միապարամետրական մատրիցներ, ընդհանրացված հակադարձ մատրիցներ, դեկոմպոզիցիա, դիֆերենցիալ ձևափոխություններ, կոնստրուկտիվ մատրիցա-բլոկային մեթոդներ, տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ:

M.A. ADAMYAN, G.V. ADAMYAN, S.H. SIMONYAN
DECOMPOSITIONAL D-ANALOG OF THE MOORE-PENROSE
 $[A(T) \cdot X(T)]^* = A(T) \cdot X(T)$ CONDITION

The constructive and iterative numerical-analytical matrix-block methods for determining the complex one-parameter generalized inverse matrices of Moore-Penrose are proposed. The numerical-analytical methods based on differential transformations of G. E Pukhov, allow to extensively use the possibilities of modern information technologies to achieve the objective set.

Keywords: complex one-parameter matrix, generalized inverse matrices, decomposition, differential transformations, constructive matrix-block methods, information technologies.

УДК 621.52+511.52

С.О. СИМОНЯН, Г.В. АДАМЯН, М.А. АДАМЯН, А.А. АЙВАЗЯН
К ПОСТРОЕНИЮ ПАКЕТА ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РЕШЕНИЯ
ОДНОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОБОБЩЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ
СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ-ФУНКЦИЙ И СОБСТВЕННЫХ
ВЕКТОРОВ-ФУНКЦИЙ

Рассматривается однопараметрическая обобщенная проблема собственных значений-функций и собственных векторов-функций. Методы решения основываются на дифференциальных преобразованиях. Для разработки пакета прикладных программ используются как эти методы, так и средства современных информационных технологий.

Ключевые слова: однопараметрическая обобщенная проблема собственных значений-функций и собственных векторов-функций, информационные технологии, пакет прикладных программ, автоматизированное решение.

Хорошо известна задача определения собственных значений λ и собственных векторов X числовых матриц A , которая встречается в многочисленных научно-практических исследованиях и сводится к решению числового матрично-векторного уравнения

$$A_{n \times n} \cdot X_{n \times 1} = \lambda_{1 \times 1} \cdot X_{n \times 1}. \quad (1)$$

С этой целью разработано большое количество различных методов, в частности [1-4].