$$\begin{cases} y(a) = A \\ y(b) = B \end{cases} \text{ или } \begin{cases} \alpha_1 y(a) + \alpha_2 y'(a) = A \\ \beta_1 y(b) + \beta_2 y'(b) = B \end{cases}$$

Суть разностного метода заключается в том, что производные, входящие в состав уравнения, заменяются их многоточечными разностными аппроксимациями. Рассмотрим особенности построения разностной схемы для случая непериодической задачи.

В начале построения разностной схемы задаем некоторое число k. В узлах, достаточно удаленных от начала и конца отрезка $[a, b]$ аппроксимации производных строятся по $2k+1$ точке (k точек слева от узла и k справа) методом неопределённых коэффициентов. В узлах, близких к началу (концу) отрезка, наблюдается нехватка точек аппроксимации слева (справа). Аппроксимации в этих узлах не симметричны, что ведет к увеличению погрешности. Однако такая схема позволяет применить $2k+1$-диагональную прогонку, так как данная схема сводит задачу к решению последовательности СЛАУ с ленточными матрицами. В узлах, близких к началу и концу отрезка, можно также брать $2k+1$ точку аппроксимации: это уменьшит погрешность, однако матрицы будут иметь иной вид.

Для решения полученной в ходе дискретизации нелинейной численной системы используется следующий нерегуляризованный квазиньютоновский итерационный процесс, локально сходящийся с квадратичной скоростью.

В статье доказана теорема о сходимости предложенного нерегуляризованного квазиньютоновского итерационного процесса и получена оценка погрешности.

В связи с тем, что задача Дуффинга является одной из важных задач теории нелинейных колебаний, идеи, обсуждаемые выше, могут быть с успехом распространены на общие нелинейные краевые дифференциальные задачи второго порядка.

А.М. СУПРУНЧИК, Е.И. МИРСКАЯ
УО «БрГУ имени А.С. Пушкина» (г. Брест, Беларусь)

ВЫЧИСЛЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОЖИДАНИЯ СГЛАЖЕННОЙ ОЦЕНКИ ВЗАИМНОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ

Рассмотрим действительный стационарный случайный процесс $X(t) = \{X_a(t), a = \overline{1,r}\}$, $t \in Z$, с $MX(t) = 0$, неизвестной взаимной спектральной плотностью $f_{ab}(\lambda), \lambda \in \Pi = [-\pi, \pi], a, b = \overline{1,r}$.

Пусть $X_a(0), X_a(1), \dots, X_a(T-1)$ – T последовательных наблюдений, полученных через равные промежутки времени за составляющей $X_a(t)$ процесса $X(t), t \in Z, a = \overline{1,r}$. Используя методику Д. Бриллинджера [1], в качестве оценки неизвестной взаимной спектральной плотности процесса исследована статистика вида

$$\bar{f}_{ab}(\lambda) = \frac{2\pi}{T}\sum_{s=1}^{T} W_{ab}\left(\lambda - \frac{2\pi s}{T}\right) I_{ab}\left(\frac{2\pi s}{T}\right), \tag{1}$$

где $W_{ab}(x), x \in R, a, b = \overline{1,r}$ – спектральное окно, $I_{ab}(\lambda, s)$ – модифицированная периодограмма вида

$$I_{ab}(\lambda, s) = \frac{1}{2\pi N} H_a(\lambda, s)\overline{H_b(\lambda, s)}, \tag{2}$$

$$H_a(\lambda, s) = \sum_{p=0}^{N-1} h_a^N(p) X_a(p + (s-1)(N-Q)) e^{-i\lambda(p+(s-1)(N-Q))} \tag{3}$$

$s = \overline{1,S}, \lambda \in \Pi, a = \overline{1,r}$, причем наблюдения сглаживаются одним и тем же окном просмотра данных $h_a^N(p), p \in Z$.

Теорема 1. Математическое ожидание оценки $\bar{f}_{ab}(\lambda),\ a, b = \overline{1,r}$, $\lambda \in \Pi$ задаваемой соотношением (1), имеет вид

$$M\bar{f}(\lambda) = \frac{2\pi}{T}\int_{-\pi}^{\pi}\sum_{s=1}^{T} W_{ab}\left(\lambda - \frac{2\pi s}{T}\right) f_{ab}(x + \lambda)\Phi_T dx,$$

где

$$\Phi_T(x) = \left(2\pi\sum_{p=0}^{N-1}[\mathrm{h}_a^N(p)]^2\right)^{-1} |\varphi_T(x)|^2,$$

а $\mathrm{h}_a^N(p)$ – окно просмотра данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бриллинджер, Д. Временные ряды. Обработка данных и теория / Д. Бриллинджер. – Минск : Мир, 1980. – 536 с.

С.Н. ТКАЧ
УО «БрГУ имени А.С. Пушкина» (г. Брест, Беларусь)

О РАБОТЕ С ГРАФИКОЙ В СРЕДЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ DELPHI

Delphi поддерживает три типа файлов – битовые матрицы, пиктограммы и метафайлы. Все три типа файлов хранят изображения, различие заключается лишь в способе их хранения внутри файлов и в средствах доступа к ним. Битовая матрица (файл с расширением .bmp) отображает