В результате исследования обнаружено, что во многих случаях ЛЭА дает лучшее решение в сравнении с другими методами. Таким образом, можно сказать, что ЛЭА является универсальным методом аппроксимации.

Литература. **1.** Г.К. Вороновский, К.В. Махотило, С.Н. Петрашев, С.А. Сергеев. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. **2.** Ф.Уоссермен, Нейрокомпьютерная техника, М.,Мир, 1992. **3.** S.Grossberg. 1974. Classical and instrumental learning by neural networks. Progress in theoretical biology. **4.** И.А.Минаков. 1999. Сравнительный анализ некоторых методов случайного поиска и оптимизации // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, №2, 1999. **5.** Е.Н.Зайцева, Ю.А.Станкевич. Некоторые современные методы решения оптимизационных задач, Материалы Второй международной конференции «Новые информационные технологии в образовании», 1996.

РЕШЕНИЕ ЖЕСТКИХ ЗАДАЧ КОШИ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ РОБЕРТСОНА

Кондратюк А.П., БрГУ, Брест

Модель ROBER, описывающая реакцию Робертсона имеет вид:

$$y_1' = -0.04y_1 + 10^4 y_2 y_3,$$

$$y_2' = 0.04y_1 - 10^4 y_2 y_3 - 3\cdot 10^7 y_2^2,$$

$$y_3' = 3\cdot 10^7 y_2^2,$$

$$y_1(0) = 1,\ y_2(0) = 0,\ y_3(0) = 0,\ x_{out} = 1, 10, 10^2, 10^3, \ldots, 10^{11}.$$

ROBER — один из наиболее известных примеров жестких задач. Эта задача решалась методом Энрайта третьего порядка [1]. Пусть дана задача Коши следующего вида:

$$\begin{cases} y' = f(x, y) \\ y(x_0) = y_0 \end{cases}$$

Рассмотрим эту задачу на отрезке $[x_0; x_{out}]$. Разобьем отрезок точками с одинаковым шагом h. Метод Энрайта третьего порядка имеет следующий вид:

$$y_{n+1} = y_n + h\left(\frac{2}{3}f_{n+1} + \frac{1}{3}f_n\right) - \frac{1}{6}h^2 g_{n+1},$$

где g определяется по правилу дифференцирования сложной функции:

$$y'' = f_x + f_y \cdot f = g(x, y).$$

Таким образом, в общем случае, зная y_n, можно найти y_{n+1}. Но так как метод Энрайта — неявный метод, то для нахождения очередного y_{n+1} нужно решать систему нелинейных уравнений. Система нелинейных уравнений решалась следующим методом [2]:

$$\left(\alpha E\left\|f(x_n)\right\|^2 + \bar{f}'(x_n)f'(x_n)\right)\Delta x_n = -\bar{f}'(x_n)f(x),\ x_{n+1} = x_n + \beta_n\Delta x_n,$$

где $\beta_1 = \min(1, \dfrac{\|f(x_0)\|}{\|f(x_1)\|}\beta_0)$, и $\beta_{n+1} = \min(1, \dfrac{\|f(x_n)\|\gamma}{\|f(x_{n+1})\|\beta_n})$, где $\gamma \approx 10^{-3} \div 10^{-4}$, $\beta_0 \in [10^{-4}, 10^{-1}]$.

При решении системы нелинейных уравнений на текущем шаге вследствие того, что задача является жесткой, может возникнуть следующая проблема: функция y может резко изменится. Это приведет к тому что метод решения нелинейной системы будет долго сходится на каждом шаге, а может вообще не сойтись. В связи с этим необходимо в случае увеличения числа итераций уменьшить шаг и решать нелинейную систему с меньшим шагом. Если функция слабо меняется при сравнительно небольшом h то, с целью экономии машинного времени можно увеличить шаг. Существует и другая проблема. При увеличении h растет погрешность вычислений, так как точность рассмотренного выше метода Энрайта имеет порядок $O(h^3)$. Таким образом, нужно задать максимально эффективный шаг h для данного алгоритма, который, как показывает вычислительная практика, находится в промежутке $h \in [10^{-2}, 10^{-4}]$. В данной работе предусматривается возможность восстановления полученного решения с помощью полиномов Чебышева. Для того, чтобы использовать такую аппроксимацию, нужно знать значения искомых функций в узлах полиномов Чебышева. Для этого нужно согласовать шаг при решении задачи со значениями корней полинома Чебышева.

В связи с тем, что задача Робертсона жесткая, приходиться брать шаг h достаточно маленьким, что приводит к необходимости решать большое число нелинейных задач. Поэтому процесс решения требует, вообще говоря, немалых вычислительных затрат.

Вычислительный эксперимент показал эффективность предложенных подходов при решении задачи Робертсона. Невязка на полученном приближенном решении была порядка 10^{-4}, что хорошо согласуется с невязками для жестких задач.

Литература. 1. Хайрер Э. Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и дифференциально-алгебраические задачи. М. Мир, 1999. **2.** Мадорский В.М. О некоторых подходах к построению нелокальных итерационных процессов. // Труды международной научной конференции «Статистический и прикладной анализ временных рядов»(SAATS-97). 1997.С.257.

ЭКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ В АНАЛИЗЕ ПОТОКА СВОБОДНЫХ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ

Коростелева Л.Ю., БГТУ, г.Брест

Предположим, что есть эксперт, задача которого заключается в оценке перспектив движения денежных средств. Если у него запросить прогноз относительно некоей исчисляемой величины на последующий период, можно с уверенностью сказать, что ответ не будет точным числом. Т. к. в лучшем случае эксперт даст три числа, его оценки можно перевести в область нечетких расчетов, представив их, например, нечеткими треугольными числами. Например, эксперт оценивает, что закупки для производственных целей за наличный расчет составят не менее 450, не превысят 485, наиболее вероятным представляется, что они составят 470. Тогда треугольное нечеткое число будет иметь вид (450,470,485). Если при составлении оценок о "продажах, связанных с производством, за наличный расчет" эксперт указывает, что они будут не менее 450, не более 500, но полагает, что они составят 460, то он тем самым определил нечеткое треугольное число:

$$\tilde{V} = (450, 460, 500)$$

При таком подходе уровень предположительности α о нижней и верхней границах, естественно, считается равным 0, а уровень предположительности наиболее вероятного значения равным 1.

Зная НТЧ как тройку чисел $\tilde{V} = (450, 460, 500)$, путем несложных вычислений можно преобразовать его в НТЧ в форме α-срезов. Для нахождения