«максимин». Для замены S на $W^{(U)}$ необходимо потребовать достижения «максимина» функций $\psi_{[u_1,v_1]}(u_2,v_2)$ для всех $(u_1,v_1)\in W^{(U_1\times V_1)}$.

Список использованной литературы

1. **Маркелова Е. Ю.** Многокритериальная оптимизация в условиях обобщенной разложимости целевой вектор-функции // Вестник ПГТУ. Математика и прикладная математика. - Пермь: ПГТУ, 1994. - № 1.
2. **Маркелова Е. Ю., Рольщиков В. Е., Ченцов А. Г.** Задача маршрутизации конечного числа переходов системы с абстрактной функцией агрегирования затрат. – Челябинск: Челяб. гос. ун-т, 1998. - С. 17. – Деп. ВИНИТИ № 1577-И98. - 25.05.98.
3. **Markelova E. Yu.** Decomposition Method in One Optimal Problem // Inter. Workshop «Nonsmooth and Discontinuous Problems of Control and Optimization». - Chelyabinsk, 1998.

НАХОЖДЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОГО ЦИКЛА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ТИПА ЛЬЕНАРА

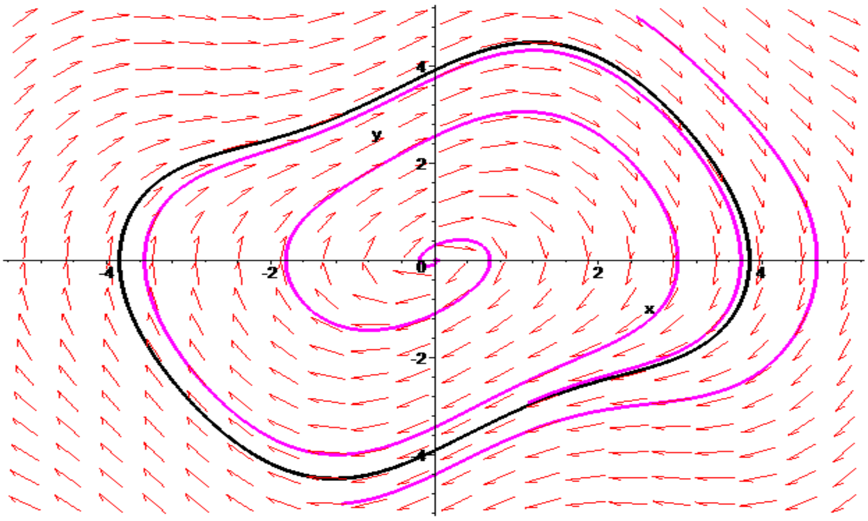
Мачулис В. В.
Тюменский государственный университет

Рассмотрим уравнение

$$x''(t)-\varepsilon x'(t)\cos x(t)+x(t)=0, \qquad (1)$$

где $\varepsilon>0$. Это уравнение со слабой нелинейностью. Нас интересует наличие в уравнении предельных циклов и аналитическое приближение одного из них. Уравнение (1) удовлетворяет всем условиям теоремы Льенара [Мачулис 2008: 5], за исключением последнего. А именно, в последнем условии теоремы требуется, чтобы нечетная функция $F(x)=-\int\limits_0^x \varepsilon\cos t dt$ имела в точности один положительный нуль $x=a>0$. В рассматриваемом случае функция $F(x)$ имеет бесконечно много положительных нулей. Кроме того, она не стремится к бесконечности при $x\to\infty$, как требует условие.

В то же время нелинейный член $-\varepsilon\cos x(t)x'(t)$ действует как «положительное торможение» при $\cos x(t)<0$, и как «отрицательное торможение» при $\cos x(t)>0$. Это позволяет предполагать наличие, по крайней мере, одного предельного цикла. Расчеты на компьютере показали, что такой предельный цикл действительно существует.



Попробуем найти аналитическое приближение этого предельного цикла для $\varepsilon=0{,}8$ и $0\le t\le 50$. Используя численные расчеты для предельного цикла, определим начальные условия, как $x(0)=3{,}8461248242$ и $x'(0)=0$. Прямое возмущенное разложение по степеням ε оказывается непригодным из-за наличия в нем векового члена. Воспользуемся методом двух масштабов.

Положим в (1) $\tau=t=O(1)$ («быстрая» переменная) и $T=\varepsilon t$ («медленная» переменная). Мы будем считать τ и T независимыми. Далее применяем известную процедуру, подробно изложенную в статье [Мачулис 2008: 5]. В результате сначала получаем систему для определения коэффициентов разложения $x_0(t)$ и $x_1(t)$:

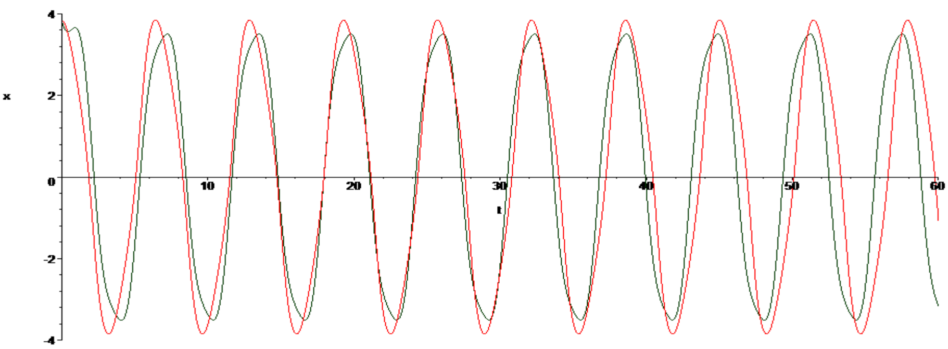
$$
\begin{cases}
\dfrac{\partial^2}{\partial\tau^2}x_0(\tau,T)+x_0(\tau,T)=0\\
\dfrac{\partial^2}{\partial\tau^2}x_1(\tau,T)-\dfrac{\partial}{\partial\tau}x_0(\tau,T)+x_1(\tau,T)+\dfrac{1}{2}x_0^2(\tau,T)\dfrac{\partial}{\partial\tau}x_0(\tau,T)+2\dfrac{\partial^2}{\partial\tau\partial T}x_0(\tau,T)=0
\end{cases}
\qquad (2)
$$

Константы (а точнее, функции, зависящие от медленного времени $T=\varepsilon t$) в общем решении первого уравнения системы (2) определяются исходя из начальных условий, а также требования исключения вековых членов. После подстановки общего решения $x_0(\tau,T)=A(T)\sin\tau+B(T)\cos\tau$ первого уравнения (2) во второе уравнение и учета указанных условий получаем

$$
x(t)=\frac{4\cos t}{\sqrt{2-0{,}918383677e^{-\varepsilon t}}}+\varepsilon\cdot 2{,}666928705\sin t-
$$

$$
\frac{0{,}316227766\cdot 10^{14}\cdot\sin 3t\cdot e^{\varepsilon t}\cdot\varepsilon}{\left(2\cdot 10^{9}\cdot e^{\varepsilon t}-918383677\cdot 10^{9}\right)\cdot\sqrt{\left(0{,}2\cdot 10^{10}\cdot e^{\varepsilon t}-0{,}918383677\cdot 10^{9}\right)\cdot e^{-\varepsilon t}}}
\qquad (3)
$$

На рисунке приведены графики «численного» решения и решения, полученного методом двух масштабов (3). Хотя приближение получилось приемлемым, но все же не достаточно. Возможно, потребуется рассмотреть разложение до ε^2. Отметим также, что метод Линдштедта-Пуанкаре дает приблизительно такой же результат для уравнения (1), что и метод двух масштабов.



Список использованной литературы

1. Биркгоф Дж. Д. Динамические системы. - Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002. - 406 с.

2. Боголюбов Н. Н., Митропольский Ю. А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. - М.: «Наука», 1974. - 503 с.

3. Мачулис В. В. Одно уравнение со слабой особенностью // Альманах современной науки и образования. - Тамбов: «Грамота», 2008. – С. 125-127.

4. Найфэ А. Х. Методы возмущений / Пер. с англ. - М.: «Мир», 1976. - 455 с.

5. Эрроусмит Д., Плейс К. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория с приложениями / Пер. с англ. - М.: «Мир», 1986. - 243 с.

РЕШЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ СРЕДСТВАМИ *MS EXCEL*

Мединцева И. П.

ФГОУ ВПО «Волгоградская академия государственной службы»

При обучении математике для формирования знаний, умений и навыков, осуществления контроля уровня их сформированности используются задачи.

Как отмечает Г. И. Саранцев [Саранцев 2005: 6], задачи выступают носителем действий, адекватных содержанию обучения математике; средством целенаправленного формирования знаний, умений и навыков; способом организации и управления учебно-познавательной деятельности студентов; одной из форм реализации методов обучения математике; средством связи теории с практикой.

По мнению Е. И. Лященко [Лященко 1988: 68], математические задачи можно разделить на две группы по способу их использования в учебном процессе:

1) математические задачи, которые используются для формирования понятий, непосредственного применения изученных утверждений, закрепления алгоритмов, раскрытия и непосредственного применения математических методов;

2) математические задачи, на основе которых возможно организовать математическую деятельность: постановку задачи и ее принятие, организацию поиска решения (анализ условия задачи; сопоставления условия и известных математических фактов, включая и приемы решения задачи; выработку стратегии решения