

MNUM–PROJEKT, zadanie 3.40 (za 12p.)

Ruch punktu na płaszczyźnie (x_1, x_2) jest opisany równaniami:

$$\frac{dx_1}{dt} = x_2 + x_1 (0.3 - x_1^2 - x_2^2)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = -x_1 + x_2 (0.3 - x_1^2 - x_2^2)$$

Należy obliczyć przebieg trajektorii ruchu tego punktu w przedziale $[0, 20]$ dla warunków początkowych: $x_1(0) = 0.001, x_2(0) = -0.02$.

Rozwiązanie proszę znaleźć korzystając z zaimplementowanej przez siebie w języku Matlab w formie funkcji (możliwie uniwersalnej, czyli solwera, o odpowiednich parametrach wejścia i wyjścia) **metody Rungego–Kutty czwartego rzędu (RK4) przy zmiennym kroku z szacowaniem błędu metodą zdwajania kroku**.

Sprawozdanie powinno zawierać:

- krótki opis zastosowanych algorytmów (w tym najważniejsze wzory),
- listingi właściwie skomentowanych programów w Matlabie z implementacją użytych algorytmów,
- porównanie otrzymanego rozwiązania z rozwiązaniem obliczonym przy użyciu solwera `ode45` Matlab. Mają być trzy rysunki, a na każdym para wykresów:
 - trajektorii $x_1(t)$ otrzymanej dwiema metodami,
 - trajektorii $x_2(t)$ otrzymanej dwiema metodami,
 - trajektorii na płaszczyźnie (x_1, x_2) (inaczej: w przestrzeni fazowej) otrzymanej dwiema metodami.

Ponadto, dla własnej metody, dodać komentarz dotyczący wybranych wartości: minimalnego kroku h_{min} , dokładności względnej i bezwzględnej oraz wykresy:

- zależności długości kroku od czasu,
- zależności estymaty błędu od czasu.
- komentarz do otrzymanych wyników oraz wnioski z eksperymentów (ocena poprawności wyników, efektywności algorytmów, która metoda okazała się lepsza, szybsza, itp.).

Sprawozdanie w formacie PDF **wraz z kodami źródłowymi programów** powinno być przekazane w podanym terminie jako odpowiedź w ramach funkcjonalności "Sprawozdanie" na serwerze Studia [elka.pw.edu.pl].