

# Posudek oponenta na bakalářskou práci

**Název práce:** Univerzální Feigenbaumovy konstanty

**Vypracoval:** Rostislav Abraham

**Studijní obor:** Matematika — ekonomie se zaměřením na bankovníctví/pojišťovnictví

Práce si klade za cíl vysvětlit pojem Feigenbaumovy konstanty a ilustrovat její vlastnosti na příkladu tří diskrétních dynamických modelů (Feigenbaumova, logistického a Verhulstova). Součástí práce je kód napsaný v Pythonu, který slouží k numerickému výpočtu klíčových hodnot a pro vykreslení grafů.

Struktura práce je jednoduchá: Po poměrně podrobném historickém úvodu rozděleném do dvou kapitol (první je věnována M.J. Feigenbaumovi a P.F. Verhulstovi a druhá historii Feigenbaumových konstant samotných) následuje kapitola věnovaná dynamickým modelům. Ta zahrnuje jak výklad teorie, stručný popis numerických algoritmů použitých a zejména popis a výpočet dynamického chování jednotlivých modelů. Pro větší přehlednost by bylo vhodnější členitější dělení (samostatná kapitola pro teorii, pro numerickou a algoritmickou část a analýzu jednotlivých modelů).

Za hlavní klad práce považuji, že se jí na malém prostoru daří uvést čtenáře do problematiky Feigenbaumových konstant a vzbudit v něm chuť pít se po dalších informacích. Oceňuji kultivovaný jazyk bez velkých chyb a kvalitní typografickou úpravu. Úroveň práce v mých očích zvyšuje také numerická/algoritmická část.

Negativním rysem práce je její povrchnost. Výklad teorie je příliš stručný, což je obvykle výhoda, ale zde mi vysvětlení některých použitých pojmů chybí (např. stabilita cyklu). Popis početních algoritmů je jen letmý. Vzhledem k tomu, že je kód integrální součástí práce, byl by vhodný podrobnější komentář. Bez něj se špatně hodnotí správnost použitých algoritmů. Po matematické stránce si práce (fakticky) vystačí s řešením kvadratických nerovnic a výpočtem jednoduchých derivací. To je podle mě pro bakalářskou práci málo, ale je to ospravedlněno samotným konceptem práce, který je chytrý. Na druhou stranu pak ale očekávám naprostou přesnost vyjadřování a podrobné výpočty, a to není vždy pravdou.

## Připomínky k práci a dotazy k obhajobě:

1. S. 15. V Definici 8 Feigenbaumovy konstanty se objevuje nedefinovaný pojem asymptoticky stabilního cyklu. Prosím o definici.
2. Jak je to v Podkapitole 3.4.2 se stabilitou v  $\mu = \frac{3}{4}$ ? U dalších modelů se tím zabýváte, tady ne.
3. Jak by se provedlo podělení rovnice výrazy  $(x - x_1)$  a  $(x - x_2)$  na s. 21? Výpočet není proveden u žádného z modelů, ale aspoň u jednoho bych to prosil ukázat.
4. S. 28. Je opravdu řešení kvadratické rovnice v absolutní hodnotě takové, jaké je uvedeno?

## Shrnutí:

Bakalářskou práci doporučuji k obhajobě a navrhuji klasifikaci stupněm **B**.

V Olomouci dne 9. 5. 2022

RNDr. Pavel Ludvík, Ph.D.

## Seznam drobných nedostatků:

1. Kapitola 3.1 o Jupyter Notebooku působí jako reklamní sdělení.
2. Není jasná role parametru  $\mu$  ve většině definic a vět Kapitoly 3.2.
3. Volba  $x \in [0; 2]$  v (3.2) je vysvětlena, ale výpočet chybí.
4. Strana 22, řádek 11 (zdola). Chybí výraz “asymptoticky stabilní” 2-cykly.
5. Strana 22, řádek 7 (zdola). Co znamená výraz “nakonec nastává chaos”?
6. Strana 29, řádek 9 (zdola). Proč je limita rovna  $-\infty$ ? Není to jasné. Chybí přesnější vysvětlení.
7. Strana 23, řádek 1 (zdola). Mluvit o “sázecím editoru T<sub>E</sub>X” je omyl. Nejde o editor (ale jazyk) a nejde o T<sub>E</sub>X, ale o L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.