

OPONENTSKÝ POSUDEK NA BAKALÁŘSKOU PRÁCI

Autor bakalářské práce: Ondřej Tkadlec

Vedoucí bakalářské práce: Dr. Mgr. Petr Koníček

Oponent: Doc. RNDr. Aleš Někviada, CSc.

Rok podání bakalářské práce: 2020

Název bakalářské práce: Akustické vlny konečné amplitudy - model ausiorefektoru

Bakalářská práce pana Ondřeje Tkadlece se zabývá modelováním akustických vln konečné amplitudy. Jako model byla zvolena Kholkhov-Zaboltskaya-Kuznetsova rovnice, která vychází z Navier-Stokesových rovnic, a v tomto případě jde o vhodný popis šíření zvukových vln. Fakt, že Navier-Stokesovy rovnice jsou nelineární, dává tušit, že i tento model je nelineární. A je tomu skutečně tak. Kholkhov-Zaboltskaya-Kuznetsova rovnice je časová nelineární parciální diferenciální rovnice. Nalézt její analytické řešení je téměř nemožné a proto je nutné řešit rovnici numericky. Autor napsal program v prostředí MATLAB.

Pro studenta bakalářského programu jde o velice obtížný úkol. Prvním krokem je seznámení se s Navier-Stokesovými rovnicemi, což je samo o sobě netriviální. Druhým krokem je odvození Kholkhov-Zaboltskaya-Kuznetsovy rovnice z Navier-Stokesových rovnic. Třetím krokem je numerická metoda a její realizace v MATLABU. Ani jeden z těchto kroků není snadný.

Numerický proces je modifikací Fourierovy metody pro rovnici difuze, ale autor si musel nějak poradit s nelineárním konvolučním členem. Pokud by autor bezhlavě sestavil diferenční rovnice, dostal by hluboce nelineární rovnice pro neznámé hodnoty v uzlech. Ale právě toto autor vtipně vyřešil jakousi "linearizací" a v každém kroku řeší soustavu lineárních rovnic Jacobiho iterační metodou. Kroky v síti jsou zvoleny tak, aby matice soustavy měla normu menší než jedna a numerická metoda tedy konverguje.

Vzniká zde ovšem řada dalších otázek, např. otázka existence řešení Kholkhov-Zaboltskaya-Kuznetsovy rovnice. Pokud ano, je jednoznačné? A konverguje numerické řešení při zjemňujícím se dělení k teoretickému řešení? Ale to by byl úkol možná na mnoho let, ne-li na celý život a je otázkou, zda by se to vůbec podařilo. Vzpomeňme si jen na otázku jednoznačnosti Navier-Stokesových rovnic!

Autor se dobře zorientoval v několika oblastech matematiky, zejména s pojmy nelineární parciální diferenciální rovnice, s numerickými metodami jejího řešení (ade musel vyvinout jakousi vynalézavost) a navíc tyto metody realizoval v prostředí MATLAB.

V práci jsem našel drobné nepodstatné nesrovnalosti, např. vztahy (3.8), (3.9) a (3.10), kde se dělí dvěma a čtyřmi. To dělení tam podle mě nemá být. Ve vztahu (3.26) je člen

$$\dots + 2 \sum_{k=n+1}^{\infty} W_k W_{k-n}^*.$$

Mně vychází

$$\dots + 2 \sum_{k=n+1}^{\infty} W_k W_{n-k}.$$

Platí $W_{k-n}^* = W_{n-k}$?

Práci hodnotím jako vysoce naprůměrnou a doporučuji ji uznat jako práci bakalářskou. Navrhuji známku A (výborně).

V Praze 29. 5. 2020
Doc. RNDr. Aleš Někveda, CSc.