

## POSUDEK OPONENTA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Název:** Implicitní QR algoritmus s násobnými shifty

**Autor:** Jan Cirbus

### **Shrnutí obsahu práce**

Práce je přehledným úvodem do řešení úplného problému vlastních čísel postupem, který se nazývá QR algoritmus. Konkrétně, student v práci odvozuje implicitní QR algoritmus s násobným posunem (shiftem). Teoretické odvození zahrnuje mocninovou metodu, simultánní iterace i explicitní QR algoritmus. Výsledný implicitní algoritmus je diskutován včetně možností použití více posunů, z nichž některé posunovací strategie jsou vysvětleny. Těžiště práce je v jejím teoretickém úvodu, který obsahuje a vysvětluje dobře vybrané matematické postupy, jež na sebe dobře logicky navazují.

Domnívám se, že obsah předložené práce je adekvátní pro její obhajobu.

### **Celkové hodnocení práce**

**Téma práce.** Téma odpovídá zadání a obsahuje všechny jeho části. Připadá mi vhodné, že autor diskutuje nejen teoretické koncepty, ale zmiňuje i některé implementační prvky používané v řešení problému vlastních čísel. Zpracování tématu mi připadá odpovídající zadání.

**Vlastní příspěvek.** Vlastní příspěvek práce je jak v experimentální části, kde se věnuje praktické aplikaci QR algoritmu, ale vidím jej i ve vyváženém podání teoretických prvků. Domnívám se, že práce dostatečně přispěla k formování rozhledu studenta v oblasti této části numerické lineární algebry.

**Matematická úroveň.** Práce obsahuje obecně korektně zformulovaný základní motivační matematický text. Je v tomto ohledu čitelná a srozumitelná. Představuje pěkný úvod do problému.

**Práce se zdroji.** Zdroje jsou správně citovány.

**Formální úprava.** Dobrá formální úprava. Stylistické rozdíly nezmiňuji. Drobné přepisy, jako ve značení indexů v maticích na straně 26 spíše svědčí o tom, že se autor psaní věnoval. Možná ta vyjádření vlastních čísel na stránce 33 mi připadla nezvyklá (jako výrazy  $1+1$ ,  $1i$  ...)

### **Připomínky a otázky**

Připomínky nemám, neboť se mi práce líbí. Mezi otázky bych zahrnul například: (1) Je QR rozklad z definice 6 jednoznačný? (2) Co třeba testování na nějakých maticích, kde algoritmus nenajde spolehlivé aproximace vlastních čísel? Zkoušel jste něco podobného? (3) K poznámce na straně 8 dole: ano, pomocí posunu a inverze můžeme řešit více problémů, ale to plyne spíše z přemýšlení, z čeho se tato technika skládá a příklad to úplně nedemonstruje. (Co kdybychom třeba zvolili stejný posun a stejný startovací vektor na matici  $\text{diag}(4,-2)$ ?)

### **Závěr**

Práci doporučuji uznat jako bakalářskou práci.

*Návrh klasifikace vedoucí/oponent sdělí předsedovi zkušební (sub)komise.*

Jméno oponenta/vedoucího, podpis Miroslav Tůma

Pracoviště

KNM, MFF UK

Datum

18.1.2025