

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Bc. Ondřej Knopp
Název práce: Error propagation from the laboratory measurements of electrical conductivity to the Earth's electromagnetic response
Studijní program a obor: Fyzika, Matematické a počítačové modelování ve fyzice
Rok odevzdání: 2024

Jméno a tituly oponenta: doc. RNDr. Ondřej Souček, Ph.D.
Pracoviště: Matematický ústav, MFF UK
Kontaktní e-mail: ondrej.soucek@mff.cuni.cz

Odborná úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

- originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opané

Rozsah práce:

- veliký standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky oponenta:

Předložená diplomová práce se zabývá úlohou elektromagnetické indukce v zemském plášti buzené slapovým oceánským prouděním a kombinuje několik netriviálních aspektů této úlohy, od samotné indukční úlohy, přes termodynamické modelování vodivostních profilů plášťových minerálů v závislosti na obsahu vody, po studium propagace chyby určení termodynamických parametrů jak v přímé tak obrácené úloze pravděpodobnostními metodami.

Práce sestává z úvodu a pěti kapitol. V první kapitole je zformulována úloha elektromagnetické indukce v zemském nitru v kvazistatickém přiblížení pro buzení dané slapově hnaným oceánským prouděním v hlavním magnetickém poli Země. Za zmínku zde stojí poměrně specifická okrajová podmínka na hranici Země vyjadřující napojení na potenciálové magnetické pole v němž nejsou přítomny vnější zdroje a která nemá jednoduchou klasickou podobu. Tato úloha je diskretizována za účelem numerické implementace metodou rozvoje do sférických harmonických funkcí a radiálních konečných prvků. Ve druhé kapitole je shrnuta technika určení plášťového složení z daných (p, T) podmínek pomocí minimalizace Gibbsovy volné energie mineralogického seskupení základních plášťových minerálů. Implementace této techniky v převzatém software PerpleX umožňuje získat realistický odhad složení pláště a parametrizaci obsahu vody v něm pomocí obsahu vody v jednom z minerálů (olivínu). Ve třetí kapitole je diskutována souvislost obsahu vody a mineralogického složení plášťových hornin a jejich elektrické vodivosti a jsou představeny Hashin-Shtrikmanovy meze coby vhodné limitní modely. Čtvrtá kapitola představuje pravděpodobnostní přístup k přímému i inverznímu modelování souvislosti el. vodivosti pláště a obsahu vody v něm s uvážením chyb mineralogických parametrů modelu. Následně je představena propagace těchto chyb i do přímé úlohy určení koeficientů indukovaného magnetického pole. Páta, výsledková kapitola demonstruje syntézu výše představených technik pro zemský plášť za jistých zjednodušujících předpokladů umožňujících pravděpodobnostní studium vodivostních profilů pro zadaný obsah vody, a obráceně, studium obsahu vody z vodivostních dat. Propagace chyb určení termodynamických parametrů je v přímé úloze následně diskutována i pro spektrum buzeného magnetického pole.

Práce představuje působivou syntézu mnoha modelovacích přístupů a technik v reálném a aktuálním geofyzikálním problému. Za zmínku jistě stojí, že některé z prezentovaných výsledků, jmenovitě interpretace vodivostní inverze pomocí obsahu vody v plášti, je součástí nedávné publikace Šachl et al. (2024). Část textu práce je převzata z bakalářské práce autora, což zde však má jasné opodstatnění v potřebě úplnosti výkladu. Hlavní téma práce, tj. pravděpodobnostní studium propagace chyb parametrů termodynamického modelu do modelu vodivosti a indukovaného pole, a následně do inverzní úlohy na určení obsahu vody v plášťových minerálech je, včetně numerické implementace, zcela původní. Práce je psána vcelku stručně ale zároveň jasně, neobsahuje žádné zjevné metodické chyby a trpí jenom relativně malým počtem překlepů. Práci bez výhrad doporučuji uznat jako diplomovou.

Poznámky:

- Typo v Maxwellově rovnici 1.1 (chybí minus ve Faradayově zákonu).
- typo v 1.16 ($l - m$)!
- Uvítal bych reference na rozvoje do vektorových harmonik např (1.17) či (1.18)

Otázky:

- Str. 25 - Mohl byste rozvést předpoklad normality $\hat{\theta}(\mathbf{d}|\mathbf{m})$ tedy nahrazení (4.12) formulí (4.14). Jsou zde nějaká omezení?

- Jak jsou získány průměrné vodivostní profily na obrázcích (5.4)-(5.7)? Např. v obr. (5.5) vlevo se zdá být průměr (červená čára) mimo oblast největší pravděpodobnosti ve svrchní části oblasti. Chápu, že hovoříme o průměru, ale přesto, intuitivně bych čekal pro relativně symetrickou distribuci průměr právě tam.
- Strana 9 - slabá a silná formulace úlohy - jsou vyslovené předpoklady na spojitost a integrabilitu ρ v silné a slabé formulaci vhodné a přirozené? Jak je to s reálnou vodivostí v zemském plášti?
- Inverzní úloha na obsah vody je formulována pro jednu konstantní hodnotu C_w pro celý plášť. Je tomu tak i pro obrázek 1 v úvodu a jsou tedy laterální a hloubkové variace obsahu vody dány variacemi termochemických podmínek? Jak omezující je tento předpoklad?

Náměty do diskuze:

- Jaké jsou geofyzikální implikace predikovaného obsahu vody v plášti, např. v oblasti pod Austrálií, viz. obr. 1?

Práci:

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl

Místo, datum a podpis oponenta:

Praha, 28. srpna 2024