



Posudek školitele na diplomovou práci

studenta Matematického inženýrství Bc. Dominika Žurka

"Elektromechanický model excitovatelného prostředí"

Předkládaná práce vznikla v rámci vývoje matematických modelů v biomedicínské oblasti dané spoluprací s Přírodovědeckou fakultou a 1. lékařskou fakultou Univerzity Karlovy. Cílem práce bylo využít reakčně-difuzních rovnic k popisu šíření elektrických signálů a jejich mechanické odezvy v excitovatelném prostředí, zohlednit jeho křivočarou geometrii, osvojit si matematické postupy pro analýzu a numerické řešení takového matematického modelu.

V první části práce student shrnuje principy šíření signálu v excitovatelném prostředí myokardu a mechanické odezvy srdeční svaloviny. V další části se věnuje matematickým modelům šíření signálu v excitovatelném prostředí s rozprostřenými parametry a elektromechanické vazbě. Komentuje též vybrané experimentální metody a současný stav problematiky.

Třetí část obsahuje matematickou analýzu reakčně difuzního modelu FitzHugh Nagumova typu v rovinné a křivočaré geometrii. Pro potřeby analýzy systému formuluje zákony zachování v dynamicky se vyvíjející křivočaré geometrii a slabé řešení v ní. Dále uvádí podrobnosti elektromechanické vazby v jedné a dvou proměnných. Přínosem je zde formulace mechanické části v křivočarých souřadnicích s vazbou prostřednictvím čarového napětí. Dvourozměrná elektromechanická vazba je realizována pomocí dynamické minimalizace funkcionálu mechanické energie. Významným výsledkem v kontextu soudobého výzkumu je slabá formulace v křivočaré geometrii a její matematická analýza.

Závěrečná část shrnuje rozsáhlé výpočetní studie všech diskutovaných variant modelu, ukazující průběh signálu v přímočaré a křivočaré geometrii, funkčnost elektromechanické vazby a dynamiku křivky excitovatelného prostředí.

Na dané tématice pracoval autor do značné míry samostatně, aktivně využil doporučené literatury, dalších informačních zdrojů a vlastních zkušeností získaných v průběhu studia. V práci dosáhl zajímavých a hodnotných vlastních výsledků. Jde zejména o slabou formulaci transportních reakčně-difuzních rovnic na pohybujiících se křivkách a celou mechanickou část modelu. Autor tak prací na daném tématu přispěl k osvojení dané problematiky na školícím pracovišti. Zmíněné originální části práce budou připraveny ke společné publikaci v odborném impaktovaném časopise.

Do diskuse v rámci obhajoby předkládám autorovi následující otázku:

Na jakých systémech a s jakou výpočetní náročností autor prováděl uvedené výpočetní studie?

Práci považuji za velmi cenný příspěvek v dané problematice. Práce je řádně zpracována na odpovídající odborné a grafické úrovni. Proto navrhuji známku A výborně.



Michal Beneš
(katedra matematiky)

Dne 22. května 2024