

Posudek školitele k diplomové práci Daniela Štěrbý s názvem:

### **„Mechanismy synchronizace v kvantových markovských procesech“**

Spontánní synchronizace interní dynamiky fyzikálních systémů je intenzivně studovaným problémem v různých oblastech klasické i kvantové fyziky. K realizaci kvantové synchronizace je nutná interakce synchronizovaných systémů s nějakým dalším systémem. Jedná se tedy o otevřenou dynamiku, která je ale vždy doprovázena nějakou formou dekoherence. Převážná část doposud publikovaných výsledků se proto týká tzv. dočasné synchronizace, která je paralelně doprovázena relaxací celého systému k fixnímu stavu s postupným vymizením interních dynamik. Mezi základní otázky tedy patří, zdali je možné vyhnout se relaxaci systému a dosáhnout asymptotické synchronizace, případně jaká je struktura těchto synchronizačních mechanismů a jaké mají vlastnosti. Předložená diplomová práce se zabývá řešením těchto otázek pro dvouhladinové kvantové systémy (qbity) v rámci spojitých markovských kvantových procesů.

Práce napsaná v anglickém jazyce je strukturována do pěti hlavních kapitol. První kapitola je rešeršní, v níž nás autor podrobně seznamuje s formalismem kvantových dynamických semigrup, lindbladovskou strukturou jejich generátoru a řešením jejich asymptotické dynamiky pomocí atraktorových prostorů. V druhé kapitole jsou definovány různé typy synchronizace, jejich zobecnění na tzv. phase-locking a míry kvantifikující stupeň synchronizace. Samotná práce studenta na řešení tématu je pak soustředěna v kapitolách 3, 4 a 5. Kapitola 3 je věnována synchronizaci dvou qbitů. Byly nalezeny všechny normální lindbladovské operátory vynucující asymptotickou synchronizaci a obecnější phase-locking evolucí individuálních qbitů. V rámci nalezené množiny synchronizujících dynamik byly identifikovány ty, které navíc synchronizují kromě dynamické části i tu stacionární, tzv. úplná synchronizace. Celá množina phase-locking mechanismů se dále štěpí do několika tříd charakterizovaných identickými atraktorovými prostory, jejichž explicitní tvar student našel. V následující kapitole 4 jsou nalezené synchronizační mechanismy aplikovány na qbitové sítě. Řešením atraktorových rovnic bylo ukázáno, že pouze dvě třídy z nalezených synchronizačních mechanismů synchronizují libovolnou slabě souvislou síť  $n$  qbitů. Ostatní synchronizační mechanismy asymptoticky zcela

potlačí individuální evoluce více než dvou qbitů. Kapitola 5 je pak určena studiu některých vlastností synchronizačních mechanismů. Například, v rámci jednotlivých tříd synchronizačních mechanismů je podrobně analyzován útlum amplitudy individuální dynamiky qbitů, který je nutné při synchronizaci podstoupit. Dále je také studován v literatuře často akcentovaný vztah mezi synchronizací a vznikem provázání. Aplikace široké třídy synchronizačních dynamik na různé počáteční stavy takový přímý vztah nepotvrdila.

Závěrem mohu shrnout, že diplomová práce Daniela Štěrbý zcela splnila původně předsevzaté cíle. Student získal řadu originálních výsledků s potenciálem pro publikaci v některém z impaktovaných mezinárodních časopisů. Navrhuji proto ohodnotit práci známkou A – výborně.

Ing. Novotný Jaroslav, PhD.

V Praze dne 7. 9. 2020

---

podpis