



## Záverečná karta projektu

Názov projektu

**Complexity of quantum information**

Evidenčné číslo projektu

**APVV-0646-10**

Zodpovedný riešiteľ

**doc. Mgr. Mário Ziman, PhD**

Príjemca

**Fyzikálny ústav SAV**

**Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený**

1. **Fyzikálny ústav SAV**
- 2.
- 3.
- 4.

**Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení**

- 1.
- 2.
- 3.

**Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu**

- 1.
- 2.
- 3.

**Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače**

1. P. Stano, Ph. Jacquod : Suppression of Interactions in Multimode Random Lasers in the Anderson Localized Regime, Nature Photonics 7, pp66-71 (2013) [arxiv:1210.6462]
2. David Gosset, Daniel Nagaj: Quantum 3-SAT is QMA1-complete, accepted in SIAM Journal of Computing (2014) [arXiv:1302.0290]
3. Andrej Gendiar, Roman Krcmar, Sabine Andergassen, Michal Daniska, Tomotoshi Nishino: Weak correlation effects in the Ising model on triangular-tiled hyperbolic lattices, Phys. Rev. E 86, 021105 (2012) [arXiv:1205.3850]
4. Jelena Klinovaja, Peter Stano, Ali Yazdani, and Daniel Loss: Topological Superconductivity and Majorana Fermions in RKKY Systems, Phys. Rev. Lett. 111, 186805 (2013)

5. Tomáš Rybár, Sergey N. Filippov, Mário Ziman, Vladimír Bužek: Simulation of indivisible qubit channels in collision models, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 45, 154006 (2012) [arXiv:1202.6315]

## Uplatnenie výsledkov projektu

## CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

### Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Projekt dosiahol niekoľko výsledkov s potenciálom veľkého vedeckého impaktu. Všetky stanovené ciele boli naplnené a plánované úlohy vyprodukovali veľmi kvalitné výsledky.

- V oblasti kvantového testovania sa nám podarilo vyvinúť prvú adhoc metódu na charakterizáciu a identifikáciu kvantových pamäťových procesov.
- Podarilo sa nám navrhnuť niekoľko koncepčne nových kvantových algoritmov (založených na kvantových kráčaniach, adiabatickom vývoji, kvantovom žíhaní), z ktorých každý provokuje našu intuíciu o zložitosti kvantových viacčasticových systémov. Konkrétne sme ukázali, že kvantový 3-SAT problém je úplný v triede zložitosti QMA-1, čo je veľmi hlbokým výsledkom v rámci teórie zložitosti.
- Numerický výskum fázových prechodov v neplanárnych geometriách je oblasťou výskumu, ktorá bola začatá práve týmto projektom. Úspešne sme implementovali nové numerické metódy umožňujúce nám analyzovať hyperbolické geometrie. Následne sme urobili úplnú analýzu všetkých termodynamických veličín, identifikovali sme typy fázových prechodov a triedy univerzality.
- Naše výsledky o nelineárnom spinovom transporte v mezoskopických systémoch otvorili nové výskumné oblasti, pretože tieto nelinearity doteraz neboli uvažované. Naše metódy sme využili v teórii náhodných laserov a na meranie spinových prúdov.

### Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

The project achieved a number of results with the potential of the highest scientific impact. All the proposed objectives were satisfied and the planned research tasks induced results of highest quality.

- In the area of quantum testing we developed first adhoc estimation method for characterization and identification of quantum memory processes.
- We have designed several conceptually novel quantum algorithms (based on quantum walks, adiabatic evolution, quantum annealing), each of the challenging our intuition on complexity of quantum many-body systems. In particular, it was shown within this project that quantum 3-SAT problem is QMA-1 complete, which is a very deep result in complexity theory.
- The numerical investigation of phase transitions for systems in non-planar geometries is the research field pioneered within this project. We have successfully implemented novel numerical methods enabling us to analyze hyperbolic geometries. We made complete numerical analysis of all thermodynamics quantities, identified the nature of phase transitions and universality classes.
- Our results on nonlinear spin transport in mesoscopic systems opens completely new research area, because until now these effects were not considered. We applied our methods to design measurements of spin currents and also within the theory of random lasers.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

**Zodpovedný riešiteľ**

Doc. Mgr. Mario Ziman, PhD.

V Bratislave 28.11.2014

**Štatutárny zástupca príjemcu**

RNDr. Stanislav Hlaváč, CSc.

V Bratislave 28.11.2014

.....  
podpis zodpovedného riešiteľa

.....  
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu