

## Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

**APVV-0673-07****QIAM - Kvantovo-informatické aspekty kvantových meraní (Quantum Information Aspects of Quantum Measurements)**Zodpovedný riešiteľ **Prof. RNDr. Vladimír Bužek, DrSc.**

Príjemca

**Fyzikálny ústav SAV**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Centrum pre výskum kvantovej informácie, Fyzikálny ústav SAV
2. --
3. --
4. --
5. --

### 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. Mário Ziman : "Process POVM: A mathematical framework for the description of process tomography experiments." Phys.Rev.A 77, 062112 (2008) [arXiv:0802.3862]
2. Mário Ziman, Teiko Heinosaari : "Discrimination of quantum observables using limited resources." Phys. Rev. A 77, 042321 (2008) [arXiv:0712.3675]
3. Mário Ziman : "Incomplete quantum process tomography and principle of maximal entropy." Phys.Rev.A 78, 032118 (2008) [arXiv:0802.3892]
4. Michal Sedlak, Mário Ziman, Vladimír Bužek, Mark Hillery: Unambiguous identification of coherent states II: Multiple resources, Phys.Rev.A 79, 062305 (2009) [arXiv:0901.3206]

## **Uplatnenie výsledkov projektu**

Projekt QIAM je projektom základného výskumu, ktorého hlavnou motiváciou je hlbšie pochopenie vlastností a obmedzení kvantových systémov z pohľadu experimentálnych dát. Z praktického hľadiska vyvinuté metódy prispievajú k zefektívneniu testovania a kalibrácie kvantových zariadení, ktoré sa využívajú, či už v oblasti kvantového spracovania informácie, alebo kvantovej metrológie.

## **CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV**

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

Projekt QIAM bol zameraný na štúdium vlastností a matematického formalizmu kvantových experimentov, ktorých cieľom je určenie vlastností kvantových zariadení. Projekt bol rozdelený do troch pracovných balíkov: rozlišovanie kvantových zariadení, odhadovanie kvantových procesov a kódovanie kvantovej informácie. Hlavné výsledky projektu sa týkajú vyvinutia nových techník a matematického aparátu na popis meraní na kvantových procesoch, resp. na analýzu jednotlivých kvantových pozorovaní. Rozšírili sme koncept POVM a meraní ako affinných zobrazení na stavoch na prípad kvantových procesov a meraní. V oblasti kvantových meraní sme nadefinovali triedu ekvivalencie na meracích prístrojoch, ktorá zohľadňuje experimentálny fakt, že pri neznámom meracom prístroji nevieme, ktoré výsledky čo predstavujú. Pomocou týchto metód sa nám podarilo navrhnúť optimálne experimenty na jednoznačné porovnávanie a jednoznačné rozlišovanie kvantových zariadení. V oblasti kódovania kvantovej informácie sa nám podarilo kvantifikovať stratu informácie pri opakovanom meraní toho istého kvantového systému. Konkrétne sme ukázali, že aj premeraný kvantový systém má v sebe stále netriviálnu informáciu o svojom pôvodnom stave.

Podarilo sa nám vyvinúť nový matematický model na popis experimentov, ktorých cieľom je určiť vlastnosti kvantových kanálov a meraní. Využívajúc tento formalizmus sa nám podarilo navrhnúť optimálne experimenty pre problém jednoznačného porovnávanie a rozlišovania unitárnych kanálov a nedegenerovaných ostrých meraní. Podarilo sa nám taktiež nájsť analytické výsledky.

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

Project QIAM was focused on properties and formal mathematical description of quantum experiments measuring properties of unknown quantum devices. The project was divided into three workpackages: discrimination of quantum devices, quantum process estimations and encryption of quantum information. The main results are related to development of novel mathematical framework for the description of experiments aiming to reveal the properties of quantum channels and observables. We extended the concept of POVMs and state measurements as affine mappings for quantum processes and measurements. We defined an equivalence class of measurements reflecting our lack of any knowledge on outcomes of the unknown measurement apparatus. Using these concepts and frameworks we have proposed several optimal experiments for unambiguous comparison and discrimination of quantum devices described by unitary channels and nondegenerate sharp observables. In the area of quantum encryption we succeeded to find analytical results for reusability of already measured quantum information. In particular, we showed that quantum information stored in quantum systems could be (partially) retrieved also after the system is measured (optimally) by any number of experimentalists.

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

**Zodpovedný riešiteľ**

Prof. RNDr. Vladimír Bužek, DrSc.

V Bratislave 28.01.2011

**Štatutárny zástupca príjemcu**

prof. Ing. Ivan Štich, DrSc.

V Bratislave 28. 01. 2011

.....  
podpis zodpovedného riešiteľa

.....  
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu