

# Závěrečná zpráva o řešení výzkumného záměru

Identifikační kód	MSM153100009
Název výzkumného záměru	VLNOVÁ A ČÁSTICOVÁ OPTIKA
Příjemce	Univerzita Palackého v Olomouci
Vykonavatel	Přírodovědecká fakulta
Řešitel	Prof. RNDr. Zdeněk Hradil, CSc.
Doba řešení	1. 1. 1999 – 31. 12. 2004

## 1 Předpokládané cíle řešení výzkumného záměru

### 1.1 Cíle řešení výzkumného záměru v letech 1999-2003, strategie jejich dosažení a předpokládané výsledky

Předkládaný výzkumný záměr má za cíl zabezpečit pokračování programu MŠMT 250 a jeho pozvednutí na kvalitativně vyšší úroveň. Výzkum bude probíhat současně jak v teoretické tak i experimentální oblasti. Hlavní cíle lze tematicky formulovat do tří hlavních směrů výzkumného záměru, které jsou navzájem úzce provázány: 1) Studium neklasických projevů: kvantové interference, korelace, nelokální kvantové jevy a jejich aplikace. 2) Kvantová měření: formalismus kvantového popisu a jeho aplikace na optiku částic, kvantová fáze, rekonstrukce kvantových stavů, interferometrická měření, kvantové detekce. 3) Studium klasických a kvantových projevů: šíření vln v lineárních a nelineárních prostředích, difrakční a bezdifrakční pole, detekce záření, vyšetřování statistických vlastností, interferometrie koherenční zrnitosti, korelace a dekorelace světelných polí. Výzkumný záměr umožní udržet významnou pozici olomoucké optiky v mezinárodním výzkumu. Výsledky budou prezentovány standardním způsobem ve vědeckých časopisech, na konferencích, případně formou monografií. Některé již dosažené výsledky v kvantové kryptografii naznačují možnosti využití v bankovníctví a státní správě.

### 1.2 Cíle řešení výzkumného záměru v roce 2004 a předpokládané výsledky

Výzkum v úspěšně se rozvíjejících směrech bude pokračovat. Pozornost bude věnována především otázkám kvantové informace, kvantového měření na multiprotech a měření sprovázanými páry. Bude studována fázová tomografie a šíření optických polí v lineárních a nelineárních prostředích. Předpokládané výsledky se dají odhadnout desítkou kvalitních publikací v mezinárodních časopisech, monografickými kapitolami v připravované knize a několika příspěvky na prestižních vědeckých konferencích.

## 2 Dosažené cíle a uplatněné výsledky

### 2.1 Splnění cílů řešení

Všechny hlavní cíle projektu obsažené v návrhu z roku 1999 byly úspěšně splněny. Olomoucká skupina věnující se moderním aspektům současné optiky se díky grantové podpoře hlouběji integrovala do mezinárodního výzkumu na tomto poli. Důraz byl kladen především na základní výzkum v kvantové optice, zatímco některé aplikační aktivity byly podporovány souběžným projektem Výzkumné centrum pro optiku.

### 2.2 Stručná souhrnná charakteristika dosažených cílů řešení, přínos řešení výzkumného záměru

V rámci projektu byly studovány aktuální problémy kvantové teorie. Významné výsledky byly dosaženy v následujících oblastech.

- Výzkum v oblasti kvantového popisu nelineárních procesů a neklasických vlastností světla přivedl řešitelský tým k aktuální tematice studia informačních protokolů se spojitými proměnnými. To umožnilo zapojení týmu do dvou evropských programů vědecké spolupráce QUICOV (řešen v letech 2002-2003) a COVAQIAL (zahájen v roce 2004 s předpokládanou dobou trvání 3 let). Mezi nejvýznamnější dosažené výsledky patří návrh protokolů kvantového smazávání, kvantového klonování, kvantové teleportace, přenos kvantové informace mezi světlem a atomy a studium narušení Bellových nerovností.
- Významných výsledků bylo dosaženo při studiu informačních protokolů s diskretními proměnnými. Tato tematika v sobě zahrnuje problémy kvantové kryptografie a studium bezpečnosti při kryptografickém přenosu informace. Dosažené výsledky vedly k zapojení členů týmu do evropského programu SECOQC (2004 -2006), který má za cíl vybrat nejvhodnější fyzikální implementaci kryptografického protokolu.
- Výzkum v oblasti kvantové fáze a interferometrie vedl k četným výsledkům v oblasti kvantové teorie odhadu a kvantového měření. Metoda odhadu s maximální věrohodností byla aplikována na kvantovou, absorpční a fázovou tomografii. Významné výsledky byly dosaženy při studiu diskriminace kvantových stavů a Zenonova měření. Nepřímá detekce umožnila rekonstruovat statistiku fotonů v pulsech pouze s využitím dostupných fotodetektorů. Členové týmu úzce spolupracovali se zahraničními partnery a dosažené výsledky umožnily zapojení v evropském programu PECNO řešeném v letech 1996-2001.
- V rámci projektu byla vybudována laboratoř pro bezdifrakční šíření a singulární optiku. Teoreticky i experimentálně byla rozpracována teorie samo-rekonstrukce světelných svazků a byly studovány vírové svazky a nové způsoby kódování informace. Dosažené výsledky jsou natolik perspektivní, že se členům týmu podařilo získat podporu Ministerstva průmyslu a obchodu v rámci přijatého grantu: Systémy pro generaci nedifrakčních svazků a přenos mechanických účinků světla.

Přínos projektu lze nejstručněji demonstrovat tím, že vložené prostředky a dosažené výsledky umožnily členům týmu získat v silné národní i mezinárodní konkurenci nové projekty, mimo výše uvedené pak i nový výzkumný záměr s názvem **Měření a informace v optice MSM 6198959213**.

### 3 Nejvýznamnější výsledky řešení výzkumného záměru

Výsledky dosažené při řešení výzkumného záměru jsou zveřejněny na Internetu na adrese:

[http://optics.upol.cz/optics/research/vz\\_99-03/](http://optics.upol.cz/optics/research/vz_99-03/)

V celkovém souhrnu obsahuje seznam více než 150 publikovaných příspěvků, které byly podporovány projektem „Vlnová a částicová optika“. V databázi RIV lze v období 1999-2003 nalézt celkem 118 záznamů, vztahujících se k tomuto projektu. Výběr publikací citovaných ve formátu databáze RIV obsahují následující tabulky.

#### 3.1 Výsledky dosažené výhradně řešením výzkumného záměru

Do této kategorie patří všechny výsledky provázané se evropskými projekty 5-tého a 6-tého rámcového programu, do nichž bychom se nemohli zapojit, pokud bychom neměli k dispozici doplňkové prostředky z národních zdrojů. Jedná se o následující výběr publikací.

### **Odborné knihy nebo články v odborných knihách:**

- [RIV/61989592:15310/02:00001455](#) BH, B, Koncepční otázky kvantové teorie, 2002, Vydavatelství Univerzity Palackého, Miloslav Dušek
- [RIV/61989592:15310/01:00001187](#) BH, J, Nonlinear phenomena in quantum optics, 2001, 0-471-38930, Modern Nonlinear Optics, Jiří Bajer
- [RIV/61989592:15310/00:00001067](#) BH, K, Continuous measurements in quantum optics, 2000,
- [RIV/61989592:15310/00:00001068](#) BH, K, Discrete classical orthogonal polynomials and interferometry, 2000,
- [RIV/61989592:15310/00:00001065](#) BH, K, Quantum statistics of nonlinear optical couplers, 2000,
- [RIV/61989592:15310/00:00001066](#) BH, K, Beyond the coherent states in interferometry, how and why?, 2000,

### **Články v impaktovaných vědeckých časopisech:**

- [RIV/61989592:15410/03:00001475](#) BH, J, Parametric down-conversion experiments with stationary fields, 2003, 0015-8208, Fortschritte der Physik, Vlasta Peřinová
- [RIV/61989592:15410/03:00001476](#) BH, J, From "coupled harmonic oscillators" back to interacting fields, 2003, 1355-5111, Quantum and Semiclassical Optics, Vlasta Peřinová
- [RIV/61989592:15310/00:00001424](#) BH, J, Self-reconstruction effect in free propagation of wavefield, 2000, 0030-4018, Optics Communications, Zdeněk Bouchal
- [RIV/61989592:15310/00:00001511](#) BH, J, Quantum theory of incompatible observations, 2000, 0305-4470, Journal of Physics A: Mathematical and General, Zdeněk Hradil
- [RIV/61989592:15310/00:00001680](#) BH, J, Experimental realization of self-reconstruction of the 2D aperiodic objects, 2000, 0030-4018, Optics Communications, Jaroslav Wagner
- [RIV/61989592:15410/03:00001321](#) BH, J, Nondiffracting optical beams: physical properties, experiments, and applications, 2003, 0011-4626, Czechoslovak Journal of Physics, Zdeněk Bouchal
- [RIV/61989592:15410/03:00001345](#) BH, J, Continuous-variable quantum erasing, 2003, 1050-2947, Physical Review A, Radim Filip
- [RIV/61989592:15410/03:00001346](#) BH, J, Hidden nonlocality in quantum complementarity, 2003, 0015-8208, Fortschritte der Physik, Radim Filip

### **Články v recenzovaných vědeckých časopisech v cizím jazyce nebo ve sbornících v cizím jazyce:**

- [RIV/61989592:15310/99:00000774](#) BH, K, Experimental implementation of quantum cryptography, 1999,
- [RIV/61989592:15310/99:00000764](#) BH, K, Quantum statistics of light in Raman and Brillouin couplers with losses, 1999,
- [RIV/61989592:15310/99:00000730](#) BH, K, Nonclassical effects in nondegenerate optical parametric symmetric coupler, 1999,

### 3.2 Výsledky dosažené řešením výzkumného záměru a obsahově navazujících projektů nebo grantů

Prostředky výzkumného záměru byly kombinovány s jinými zdroji, zvláště pak zahraničními tak, aby bylo možné výzkum zaměřit na aktuální vědecké problémy. Do této kategorie proto spadá většina výsledků dosažených za podpory výzkumného záměru.

#### Odborné knihy nebo články v odborných knihách:

[RIV/61989592:15310/02:00001570](#) BH, D, Canonical quantum description of light propagation in dielectric media, 2002, Progress in Optics, Elsevier, Antonín Lukš  
[RIV/61989592:15310/01:00001458](#) BH, D, Unambiguous discrimination of linearly independent states as an eavesdropping strategy, 2001, Decoherence and its Implications in Quantum Computation and Information Transfer, IOS Press, Miloslav Dušek

#### Články v impaktovaných vědeckých časopisech:

[RIV/61989592:15310/02:00001466](#) BH, J, Overlap and entanglement-witness measurements, 2002, 1050-2947, Physical Review A, Radim Filip  
[RIV/61989592:15310/02:00001472](#) BH, J, Violation of Bell's inequalities for a two-mode squeezed vacuum state in lossy transmission lines, 2002, 1050-2947, Physical Review A, Radim Filip  
[RIV/61989592:15310/02:00001483](#) BH, J, Conditional generation of N-photon entangled states of light, 2002, 1050-2947, Physical Review A, Jaromír Fiurášek  
[RIV/61989592:15310/02:00001485](#) BH, J, Encoding the quantum state of cavity mode into an atomic beam, 2002, 1050-2947, Physical Review A, Jaromír Fiurášek  
[RIV/61989592:15310/02:00001487](#) BH, J, Improving the fidelity of continuous-variable teleportation via local operations, 2002, 1050-2947, Physical Review A, Jaromír Fiurášek  
[RIV/61989592:15310/02:00001488](#) BH, J, Structural physical approximations of unphysical maps and generalized quantum measurements, 2002, 1050-2947, Physical Review A, Jaromír Fiurášek  
[RIV/61989592:15310/02:00001525](#) BH, J, Finding optimal strategies for minimum-error quantum-state discrimination, 2002, 1050-2947, Physical Review A, Miroslav Ježek  
[RIV/61989592:15310/02:00001632](#) BH, J, Invariant Information and Quantum State Estimation, 2002, 0031-9007, Physical Review Letters, Zdeněk Hradil  
[RIV/61989592:15310/02:00001635](#) BH, J, Continuously induced coherence without induced emission, 2002, 1050-2947, Physical Review A, Jaroslav Řeháček  
[RIV/61989592:15410/03:00001349](#) BH, J, Optical implementations of the optimal phase-covariant quantum cloning machine, 2003, 1050-2947, Physical Review A, Jaromír Fiurášek  
[RIV/61989592:15410/03:00001353](#) BH, J, Optimal discrimination of mixed quantum states involving inconclusive results, 2003, 1050-2947, Physical Review A, Jaromír Fiurášek  
[RIV/61989592:15410/03:00001380](#) BH, J, Entanglement generation in continuously coupled parametric generators, 2003, 1355-5111, Quantum and Semiclassical Optics, Jiří Herec  
[RIV/61989592:15410/03:00001388](#) BH, J, Quantum measurement and information, 2003, 0015-8208, Fortschritte der Physik, Zdeněk Hradil

[RIV/61989592:15410/03:00001407](#) BH, J, Quantum inference of states and processes, 2003, 1050-2947, Physical Review A, Miroslav Ježek

[RIV/61989592:15410/03:00001500](#) BH, J, Quantification of entanglement by means of convergent iterations, 2003, 0031-9007, Physical Review Letters, Jaroslav Řeháček

[RIV/61989592:15410/03:00001501](#) BH, J, Multiple-photon resolving fiber-loop detector, 2003, 1050-2947, Physical Review A, Jaroslav Řeháček

[RIV/61989592:15410/03:00001508](#) BH, J, Experimental verification of energy correlations in entangled photon pairs, 2003, 0375-9601, Physics Letters: Part A, Jan Soubusta

R. Filip, M. Gavenda, J. Soubusta, A. Černocho, M. Dušek: How quantum correlations enhance prediction of complementary measurements, Phys. Rev. Lett. 93, 180404 (2004).

U.L. Andersen, O. Glöckl, S. Lorenz, G. Leuchs, and R. Filip, Experimental demonstration of continuous variable quantum erasing, Phys. Rev. Lett. 93, 100403 (2004).

**Články v recenzovaných vědeckých časopisech v cizím jazyce nebo ve sbornících v cizím jazyce:**

[RIV/61989592:15310/99:00000866](#) BH, K, Testing of operational phase concepts, 1999,

[RIV/61989592:15310/99:00000834](#) BH, K, From the continuous measurement theory back to operator-valued processes, 1999,

[RIV/61989592:15310/99:00000755](#) BH, K, Can quantum non-locality serve for instantaneous communication? An orthodox view, 1999,

[RIV/61989592:15310/02:00001524](#) BH, D, Generalized Measurement of Process and States, 2002, First International Workshop on Classical and Quantum Interference, SPIE, Miroslav Ježek

#### 4 Náklady na řešení výzkumného záměru

Rok	Inst. podpora ze státního rozpočtu (tis. Kč)	Jiné zdroje (tis. Kč)	Typ jiného zdroje (veřejné jiné než inst. podpora, tuzemské neveřejné, zahraniční)
1999	960	408	PECNO
2000	1268	410	PECNO
2001	3177	244	PECNO
2002	3339	950	QUICOV
2003	3595	1000	QUICOV
2004	3595	325	SECOQC

#### 5 Čerpání finančních prostředků v roce 2004

Alokace finančních prostředků	Částka (tis. Kč)	Zdůvodnění
Investiční prostředky	726	Prostorový fázový modulátor pro laboratoř nedifrakčního šíření
Spotřební materiál (běžný provoz)	150	Knihy, časopisy, papír do tiskárny, toner, kancelářské potřeby
Spotřební materiál (DHM od 3 tis. Kč)	291	Servomotory pro ovládání difrakčního elipsometru, počítačové komponenty, LCD monitory, laserová tiskárna, optické komponenty pro laboratoře bezdifrakčního šíření a holografie
Cestovné	432	Cestovní náklady na zahraniční služební cesty
Ostatní služby	151	Konferenční poplatky, diety a náhrady na zahraničních služebních cestách
Mzdové náklady	1046	Tarifní mzdy pro 2 pracovníky, dekretní příplatky, odměny pro řešitelský kolektiv
Zdravotní a sociální pojištění	349	
Režie	450	Úhrada režijních nákladů PŘF UP
<b>Celkem</b>	<b>3595</b>	

V Olomouci, 15. 2. 2005

prof. RNDr. Zdeněk Hradil, CSc.

## Příloha: Seznam publikací a příspěvků podporovaných projektem

Výzkumný záměr 1999-2004, Vlnová a částicová optika CEZ J14/98 MSM 153100009

### Časopisecké publikace

1. J. Řeháček, Z. Hradil, J. Peřina, M. Zawisky, H. Rauch, S. Pascazio, Testing of operational phase concepts, *acta phys. slovaci* 49, (1999), 749-754.
2. J. Fiurášek, J. Peřina, Phase Properties of two-mode Gaussian light fields with application to Raman scattering. *J. of Mod. Opt.* 47 (2000) 1399-1417.
3. R. Filip, On the bistability of parametric generation process. *Acta physica slovaci*, vol. 49 (1999) 683-688.
4. J. Fiurášek, J. Peřina, Two-mode squeezing in Raman couplers, *J. Opt. B: Quantum Semiclass. Opt.* 2 (2000) 10-29.
5. M. Dušek, M. Jahma, N. Lutkenhaus, Unambiguous state discrimination in quantum cryptography with weak coherent states, *Phys. Rev. A* 62 (2000) 022306.
6. Z. Hradil, M. Dušek, Analogy between optimal spin estimation and interferometry, *Opt. Commun.* 182 (2000) 361-367.
7. Z. Hradil, J. Summhammer, G. Badurek, and H. Rauch, Reconstruction of the spin state, *Phys. Rev. A* 62 (2000) 014101-4.
8. Z. Hradil, Incompatible observations, *acta phys. slovaci* 50(2000) 305-311.
9. J. Řeháček, Z. Hradil, M. Dušek, O. Haderka, M. Hendrych: Testing operational phase concepts in quantum optics, *J. Opt. B: Quantum Semiclass. Opt.* 2 (2000) 237-244.
10. J. Bajer, A. Miranowicz, Letter to the editor Sub-Poissonian photon statistics of higher harmonics: quantum predictions via classical trajectories, *J. Opt. B: Quant. Semiclass. Opt.* 2 (2000) L 10-14.
11. J. Řeháček, J. Peřina, P. Facchi, S. Pascazio, L. Mišta, Jr. Quantum Zeno effect in a probed down – conversion process. *Phys. Rev. A* 62(2000) 013804 1-6.
12. G. Ariunbold, J. Peřina, Quantum statistics of contradirectional Kerr nonlinear couplers, *Optics Communic.* 176 (2000) 149-154.
13. J. Fiurášek, J. Peřina, Substituting scheme for nonlinear couplers: A group approach, *Phys. Rev. A* 62 (2000) 033808 1-13.
14. M. Sebawe Abdalla, Faisal A.A. EL-Orany, J. Peřina, Quantum statistics and dynamics of nonlinear couplers with nonlinear exchange. *J. of Modern Optics* 47 (2000) 1055-1087.
15. L. Mišta Jr., J. Herec, V. Jelínek, J. Řeháček, J. Peřina, Quantum dynamics and statistics of two coupled down-conversion processes. *J. Opt. B: Quant. Semiclass. Opt.* 2 (2000) 726-734
16. G. Ariunbold, J. Peřina, Non-classical behaviour and switching in Kerr nonlinear couplers. *J. Mod. Optics* (2000) 1-15.
17. Faisal A.A. El-Orany, J. Peřina, Quantum properties of the parametric amplifier with and without pumping field fluctuations. *Opt. Commun.* 187 (2001) 199-209.
- 18.
19. P. Facchi, H. Nakazato, S. Pascazio, J. Peřina, J. Řeháček, Stability and instability in parametric resonance and quantum Zeno effect, *Phys. Lett. A* 279 (2001) 117-122.
20. Z. Bouchal, J. Wagner, Self-reconstruction effect in free propagation of wavefield, *Opt. Commun.* 176 (2000) 299-307.
- 21.
22. J. Wagner, Z. Bouchal, Experimental realization of self-reconstruction of the 2D aperiodic objects. *Optics Commun.* 176 (2000) 309-311.
23. Z. Bouchal, M. Bertolotti, Self-reconstruction of wave packets due to spatio-temporal evolution, *J. of Modern Opt.* 47 (2000) 1455-1467.
24. K. N. Alekseev, N. V. Alekseeva, J. Peřina, Quantum-Classical Correspondence and Nonclassical State Generation in Dissipative Quantum Optical Systems. *Journal of Experimental and Theoretical Physics* 90 (2000) 592-599.
25. Faisal A. A. El-Orany, J. Peřina, M. Sebawe Abdalla, Phase properties of the superposition of squeezed and displaced number states. *J. Opt. B: Quantum Semiclass. Opt.* 2 (2000) 545-552.
26. G. Ariunbold, J. Peřina, Ts. Gantsog, Pair-atomic effects in the micromaser, *acta physica slovaci* 50 (2000) 507-518.
27. Z. Bouchal, R. Horák, Fidelity of the periodical self-reconstruction of wavefield. *J. of Mod. Optics* (2000) 1-13.
28. Z. Hradil, J. Summhammer, Quantum theory of incompatible observations. *J. Phys. A: Math. Gen.* 33(2000) 1-6.
29. A. Miranowicz, J. Bajer, M. R. B. Wahiddin, N. Imoto, Wehrl information entropy and phase distributions of Schroedinger cat-like states, *J. Phys. A: Math. Gen.* 34 (2001) 3887-3896.
30. M. Dušek, M. Jahma, N. Lutkenhaus, Unambiguous discrimination of linearly independent states as an eavesdropping strategy., in *Decoherence and its Implications in Quantum Computation and Information Transfer*, Eds. T. Goni, P. E. A. Turchi, IOS Press, Amsterdam 2001, 347
31. Abdalla-M.S., El-Orany-F.A.A., Peřina-J., SU(2) and SU(1,1) squeezing of interacting radiation modes, *Acta Physica Slovaca*. 2000, 50 (6):613-623

32. Lukš-A, Peřinová-V, Comment on „Equivalence between SWH phase operator and Ban’s phase operator revealed by virtue of the representation“ by Hong-yi Fan and Hui Zou., *Physics Letters: Part A*. 2000, N (265): 156-158
33. R. Filip, Amplification of Schroedinger-cat state in a degenerate optical parametric amplifier, *J. Opt. B: Quant. and Semiclass. Opt.* 3 (2001) S1-S6.
34. R. Filip and J. Peřina, Amplification of Schroedinger-cat state: Distinguishability and interference in phase space, *J. Opt. B : Quantum Semiclass. Opt.* 3 (2001) 21-28.
35. R. Filip, Stochastic simulations and discreteness of light, *Fortsch. Phys.* 49 ( (2001) 949-953.
36. Peřinová, V., Lukš, A., Křepelka, J.: From „coupled harmonic oscillators“ back to interacting fields. *J. of Opt. B: Quantum and Semiclass. Opt.* (2002) (zasláno k publikaci).
37. Peřinová, V., Lukš, A.: Parametric down-conversion experiments with stationary fields. *Fortschritte der Physics* 51 (2003) 210-217
38. J. Fiurášek and Z. Hradil, Maximum-likelihood estimation of quantum processes, *Phys. Rev. A* 63 (2001) 020101 (R) 1-4.
39. M. Dušek and K. Brádler, The effect of multi-pair signal states in quantum cryptography with entangled photons, *J. Opt. B: Quant. Semiclass. Opt.* 4 (2002) 109-113.
40. J. Řeháček, Z. Hradil, M. Ježek, Iterative algorithm for reconstruction of entangled states, *Phys. Rev. A* 63 (2001) 040303 1-4
41. Z. Hradil, J. Řeháček, Efficiency of Maximum-Likelihood Reconstruction of Quantum States, *Fortschr. Phys.* 49 (2001) 1083-1088.
42. M. Sebawe Abdalla, F.A.A. El-Orany, J. Peřina, Statistical properties of a solvable three-boson squeeze operator, *Eur. Phys. J. D* 13, (2001) 423-438.
43. F.A.A. El-Orany, J. Peřina, M. S. Abdalla, Statistical Properties of Three Quantized Interacting Oscillators. *Physica Scripta* vol 63 (2001) 128-140
44. P. Facchi, H. Nakazato, S. Pascazio, J. Peřina, J. Řeháček, Stability and instability in parametric resonance and quantum Zeno effect, *Physics Letters A* 279 (2001) 117-122
45. F. A. A. El-Orany, J. Peřina and M. S. Abdalla, Evolution of Fock states in three mixed harmonic oscillators: Quantum statistics, *International Journal of Modern Physics B*, 15 (2001) 2125-2146
46. J. Bajer and A. Miranowicz, Quantum versus classical descriptions of sub- Poissonian light generation in three-wave mixing, *J. Opt. B: Quantum Semiclass. Opt.* 3 (2001) 251-259
47. Z. Bouchal and R. Horák, Fidelity of the periodical self-reconstruction of wavefield, *Journal of Modern Optics* 48 (2001) 333-345
48. J. Řeháček, J. Peřina, P. Facchi, S. Pascazio, L. Mišta Jr., Quantum Zeno Effect in a Nonlinear Coupler, *Optika i Spektroskopija* 91 (2001) 533-538
49. M. Dušek, K. Brádler: The effect of multi-pair signal states in quantum cryptography with entangled photons, *J. Opt. B: Quant. Semiclass. Opt.* 4 (2002) 109-113.
50. J. Fiurášek: Improving the fidelity of continuous-variable teleportation via local operations, *Phys. Rev. A* 66 (2002) 012304-1---8.
51. R. Filip, L. Mišta, Jr.: Violation of Bell’s inequalities for a two-mode squeezed vacuum state in lossy transmission lines, *Phys. Rev. A* 66 (2002) 044309-1---4.
52. J. Bajer, A. Miranowicz, R. Tanas, Limits of noise squeezing in Kerr effect, *Czech J. Phys.* 52 (2002) 1313-1320.
53. R. Filip: Bell’s inequalities violation in which-way experiment, *Phys. Rev. A*, 7 s., zasláno.
54. R. Filip, L. Mišta, Jr.: Squeezing concentration for Gaussian states with unknown parameter, *J. Opt. B: Quant. Semiclass. Opt.*, 5 s., zasláno.
55. R. Filip: Phase-selective quantum decoherence in cavity QED experiment, *Phys. Rev. A*, zasláno
56. J. Fiurášek: Encoding the quantum state of cavity mode into an atomic beam, *Phys. Rev. A* 66 (2002) 015801-1---4.
57. M. Ježek, J. Řeháček, J. Fiurášek: Finding optimal strategies for minimum-error quantum-state discrimination, *Phys. Rev. A* 65 (2002) 060301-1---4.
58. M. Ježek: Discrimination between non-perfectly known states, *Phys. Lett. A* 299 (2002) 441-446.
59. J. Fiurášek, M. Ježek: Optimal discrimination of mixed quantum states involving inconclusive results, *Phys. Rev. A*, 5 s., přijato k publikaci.
60. Z. Hradil, J. Řeháček: Quantum measurement and information, *Fortschr. Phys.* 51, (2003) 149- 155
61. M. Ježek, Discrimination between non perfectly known states, *Phys. Lett. A*, 299, 441 (2002)
62. J. Fiurášek M. Ježek, Optimal discrimination of mixed quantum states involving inconclusive results, arXiv: quant-ph/0208126, accepted in *Phys. Rev. A*
63. M. Ježek, J. Fiurášek, and Z. Hradil, Quantum inference of states and processes, arXiv: quant-ph/0210146, submitted to *Phys. Rev. A*
64. R. Filip, Overlap and entanglement witness measurements, *Phys. Rev. A* 65 062320 (2002)
65. J. Fiurášek, L. Mišta Jr., and R. Filip, Entanglement concentration of continuous variable quantum states, *Phys. Rev. A* 67 (v tisku). (2003).
66. R. Filip, Screening of a qubit from the influence of a zero temperature reservoir, *Phys. Rev. A* 67 014308 (2003).
67. R. Filip, Hidden nonlocality in quantum complementarity, *Fortschr. Phys.* 51 111 (2003).
68. Peřinová, V., Lukš, A., Křepelka, J.: Intelligent states in SU(2) and SU(1,1) interferometry. *J. of Optics B: Quantum and Semiclassical Optics on ``Quantum Correlations and Fluctuations``* 2 (2000), 81--89.
69. Lukš, A., Peřinová, V., Křepelka, J.: Continuous measurement of photon number with double registration of counts, *Phys. Rev. A* 62, 033806 (2000), 1-15.



70. Peřinová, V., Lukš, A., Křepelka, J., Jelínek V.: Number-phase properties of correlated chaotic fields, *J. of Optics B: Quantum and Semiclass. Optics* 2 (2000), 746--757.
71. Peřinová, V., Lukš, A., Quantum dynamics of damped harmonic oscillator in terms of representations of the group  $SU(1,1)$  and in relation to models of continuous measurement, *Fortschr. der Physik* 49 (2001), 10-11, 1077-1082.
72. Brádler-K, Dušek-M, Kvantové počítače: hardware, *Chip: Magazín informačních technologií*. 2002, N(6): 164-166
73. Brádler-K, Dušek-M, Král-K, Čerňanský-M, Kvantové počítače: hardware, *Chip: Magazín informačních technologií*. 2002, N (7): 124-127
74. El-Orany-F.A.A., Peřina-J, Peřinová-V., Abdalla-M.S., Quantum properties of a single-mode dissipative amplifier against Schroedinger-cat states, *Quantum and Semiclassical Optics*. 2002, 4 (N): 153-161
75. Fiurášek-J, Peřina-J., Conditional generation of N-photon entangled states of light. *Physical Review A* 2002, 65(5): 053818-1-6
76. Fiurášek-J, Peřina-J., Structural physical approximations of unphysical maps and generalized quantum measurements, *Physical Review A*, 66(N):052315-1-052315-5
77. Řeháček-J, Mišta-L, Fiurášek-J, Peřina-J., Continuously induced coherence without induced emission, *Physical Review A* 2002, 65(4): 043815-1-10
78. J. Fiurášek, L. Mišta Jr., and R. Filip, Entanglement concentration of continuous-variable quantum states, *Phys. Rev. A* 67, 022304 (2003).
79. J. Herec, J. Fiurášek, and L. Mišta, Jr., Entanglement generation in continuously coupled parametric generators, *J. Opt. B: Quantum Semiclass. Opt.* 5, 419 (2003).
80. R. Filip, Continuous-variable quantum erasing, *Phys. Rev. A* 67, 042111 (2003).
81. J. Řeháček and Z. Hradil, Quantification of entanglement by means of convergent iterations, *Phys. Rev. Lett.* 90, 127904 (2003).
82. R. Filip, Screening of a qubit from the influence of a zero temperature reservoir, *Phys. Rev. A* 67, 014308 (2003).
83. M. Ježek, J. Fiurášek and Z. Hradil, Quantum inference of states and processes, *Phys. Rev. A* 68, 012305 (2003).
84. Z. Bouchal, Nondiffracting optical beams: physical properties, experiments, and applications, *Czech. J. Phys.* 53, 537 (2003).
85. R. Filip, Hidden nonlocality in quantum complementarity, *Fortschr. Phys.* 51, 112 (2003).
86. J. Fiurášek: Optimal implementations of the optimal phase-covariant quantum cloning machine, *Phys. Rev. A* 67, 052314 (2003).
87. J. Fiurášek and M. Ježek, Optimal discrimination of mixed quantum states involving inconclusive results, *Phys. Rev. A* 67, 012321 (2003).
88. Z. Hradil, J. Řeháček, Quantum measurement and information, *Fortschr. Phys.* 51, 150 (2003).
89. V. Peřinová and A. Lukš, Parametric down-conversion experiments with stationary fields, *Fortschr. Phys.* 51, 211 (2003).
90. V. Peřinová, A. Lukš, and J. Křepelka, From „coupled harmonic oscillators“ back to interacting fields, *J. Opt. B: Quant. Semiclass. Opt.* 5, 254 (2003).
91. J. Řeháček, Z. Hradil, O. Haderka, J. Peřina, Jr., and M. Hamar, Multiple-photon resolving fiber-loop detector, *Phys. Rev. A* 67, 061801 (2003).
92. J. Soubusta, J. Peřina, Jr., M. Hendrych, O. Haderka, P. Trojek, and M. Dušek, Experimental verification of energy correlations in entangled photon pairs, *Phys. Lett. A* 319, 251 (2003).
93. R. Filip, M. Gavenda, J. Soubusta, A. Černoch, M. Dušek: How quantum correlations enhance prediction of complementary measurements, *Phys. Rev. Lett.* 93, 180404 (2004).
94. U.L. Andersen, O. Glöckl, S. Lorenz, G. Leuchs, and R. Filip, Experimental demonstration of continuous variable quantum erasing, *Phys. Rev. Lett.* 93, 100403 (2004).
95. R. Filip, Quantum partial teleportation as optimal cloning at a distance, *Phys. Rev. A* 69, 052301 (2004).
96. R. Filip, Conditional implementation of an asymmetrical universal quantum cloning machine, *Phys. Rev. A* 69, 032309 (2004).
97. J. Peřina, Quantum Zeno effect in cascaded parametric down-conversion with losses, *Phys. Lett. A* 325, 16 (2004).
98. J. Herec, Continuously coupled parametric generators and their quantum statistics, *Czech. J. Phys.* 54, 1473 (2004).
99. J. Fiurášek and M. Dušek, Probabilistic quantum multimeters, *Phys. Rev. A* 69, 032302 (2004).
100. P. Marek and R. Filip: Improved storage of coherent and squeezed states in an imperfect ring cavity, *Phys. Rev. A* 70, 022305 (2004).
101. R. Filip, J. Fiurášek, and P. Marek, Reversibility of continuous-variable quantum cloning, *Phys. Rev. A* 69, 012314 (2004).
102. Z. Bouchal and J. Kyvalský, Controllable 3D spatial localization of light fields synthesized by non-diffracting modes, *J. Mod. Opt.* 51, 157 (2004).
103. Bouchal and J. Courtial, The connection of singular and nondiffracting optics, *J. Opt. A: Pure Appl. Opt.* 6, S184 (2004).
104. Z. Bouchal and R. Čelechovský, Mixed vortex states of light as information carriers, *New J. Phys.* 6, 131 (2004).
105. Z. Bouchal, Vortex array carried by pseudo-nondiffracting beam, *J. Opt. Soc. Am. A* 21, 1694 (2004).
106. J. Řeháček and Z. Hradil, Uncertainty relations from Fisher information, *J. Mod. Opt.* 15, 979 (2004).
107. Z. Hradil and J. Řeháček, Quantum inference and Fisher information, *Phys. Lett. A* 334, 267 (2005).

## Príspevky ve sbornících a na konferencích

1. Peřinová-V, Lukš-A., Discrete classical orthogonal polynomials and interferometry, Proceedings of the Fourth International Conference on Difference Equations. 2000,N: 311-325
2. G. Ariunbold, J. Peřina, Ts. Gantsog, Pair-atomic effects in the micromaser.7-Th Central-european Workshop on Quantum Optics, Balatonfured, April 28- May 1 2000, Hungary.
3. G. Ariunbold, J. Peřina, Kerr Nonlinear Couplers, 7-th Central-European Workshop on Quantum Optics, Balatonfured, April 28- May 1 2000, Hungary.
4. J. Fiurášek, J. Peřina, Substituting scheme for nonlinear couplers, 12.CSPOKVelké Losiny (2000); Proceedings of SPIE vol.4356 (2001), pp. 25-31.
5. J.Fiurášek, J. Peřina, Quantum phase properties of Raman scattering. 12. CSPOK Velké Losiny (2000); Proceedings of SPIE vol.4356 (2001), pp. 32-38.
6. R. Filip, Stochastic simulations of quantum optical systems, 12. CSPOK Velké Losiny (2000); Proceedings of SPIE vol.4356 (2001), pp.
7. L. Miřta Jr., J. Herec, V. Jelínek, J. Řeháček, J. Peřina. Quantum dynamics and statistics of two coupled down-conversion. 12.CSPOK Velké Losiny (2000), Proceedings of SPIE vol.4356 (2001), pp.
8. J.Řeháček, Z. Hradil, M. Dušek, O. Haderka, M. Hendrych. Phase estimation in quantum optics. 12.CSPOK Velké Losiny (2000), Proceedings of SPIE vol.4356 (2001), pp. 96-101.
9. Z. Bouchal, Self- reconstruction ability of wave field, 12.CSPOK Velké Losiny (2000); Proceedings of SPIE vol.4356 (2001), pp. 217-224.
10. L. Miřta, J. Herec, V. Jelínek, J. Řeháček, J. Peřina, Quantum dynamics and statistics of two coupled down-conversion process, proceedings of SPIE vol.4356 (2001) 78-86.
11. Peřinová, V., Lukš, A., Photon number and quantum phase properties of correlated chaotic modes, in: Proceedings of SPIE: 4356, red.: Peřina, J., Hrabovský, M., Křepelka, J., SPIE, Bellingham, Washington, 2001, 87--95.
12. Peřinová-V, Lukš-A., Number-phase properties of correlated chaotic beams, 12th Czech-Slovak-Polish Optical Conference on Wave and Quantum Aspects of Contemporary Optics. 2000
13. A. Lukš, V. Peřinová, Induced coherence without induced emission in parametric down-conversion. ICQI, Rochester 2001.
14. Peřinová, V., Lukš, A., Křepelka, J.: Probabilistic model of random laser. IQEC 2002 Technical Digest, International Quantum Electronics Conference (IQEC), URSS, Moskva, 2002, s. 140.
15. R. Filip, J. Peřina, Amplification of Schrodinger-cat state: distinguishability and interference in phase-space, QCMC Boston (2001).
16. V. Peřinová, A. Lukš, and J. Křepelka, Quantum descriptions of light propagation in a parametric amplifier, 8th Rochester Conference on Coherence and Quantum Optics, Rochester, New York, USA (2001)1-10.
17. Lukš, A., Peřinová, V.: From the continuous measurement theory back to operator-valued processes, poster on 6th CEWQO, Chateau Chudobín, Czech Republic, 1999.
18. L. Miřta Jr., and R. Filip, Non-perturbative treatment of nonlinear optical systems, 8-th CEWQO, Prague, Czech Rep. , May 2001.
19. R. Filip, Stochastic simulations and discreteness of light , 8th CEQO, Praha 2001
20. V. Peřinová, A. Lukš: Quantum dynamics of damped harmonic oscillator in terms of representations of the group SU (1,1) and in relation to models of continuous measurement, 8th CEWQO, Prague, Czech Republic, 2001.
21. R. Filip and L. Miřta Jr., Nonlocality degradation of two mode squeezed vacuum in absorbing optical fibres, 9-th CEWQO , Szeged, Hungary 2002.
22. Peřinová, V., Lukš, A.: Parametric down-conversion experiments with stationary fields, 9th Central-European Workshop on Quantum Optics, Szeged, Mařarsko, 2002.
23. V. Peřinová, A. Lukš, Doubly parametrically amplifying „ coupler“ in spontaneous regime, ICSSUR, Boston (2001).
24. M. Jeřek, Generalized measurement of process and states, First International Workshop on Classical and Quantum Interference, ed.: J. Peřina, Jr., M. Hrabovský, and J. Křepelka, Proceedings of SPIE, Vol. 4888, 84 (2002)
25. L. Miřta Jr., R. Filip and J. Fiurášek, Continuous variable Werner state: Separability, nonlocality and teleportation, Quantum information San Feliu de Guixols, Spain, March 2002.
26. Lukš, A., Peřinová, V.: Continuous measurement of photon number with double registration of counts, In: 18th Congress of the International Commission for Optics on Optics for the Next Millennium. Technical Digest. SPIE Volume 3749, s. 426--427 (1999).
27. Peřinová, V., Lukš, A., Beyond the coherent states in interferometry, how and why? In: Sixth International Conference on Squeezed States and Uncertainty Relations, Proceedings of NASA: NASA/CP--2000-209899, red.: Han, D., Kim, Y. S., Solimeno, S., NASA, Goddard Space Flight Center, 2000, 281--284.
28. V. Peřinová, A. Lukš: Beyond the coherent states in interferometry, how and why?, ICSSUR'99, Napoli, Italy, 1999.
29. A. Lukš, V. Peřinová: Doubly parametrically amplifying ``coupler" in spontaneous regime, 8th International Conference on Squeezed States and Uncertainty Relations (ICSSUR'01), Boston, USA, 2001.
30. Lukš, V. Peřinová, Continuous measurement of photon number with double registration of counts, 18th Congress of the International Commission for Optics (ICO XVIII), San Francisco, California, USA, 1999.
31. V. Peřinová, A. Lukš : Induced coherence without induced emission in parametric down-conversion, International Conference on Quantum Information, Rochester, New York, USA, 2001.
32. Lukš, A., Peřinová, V., Detection of one and two quadratures as continuous demolition measurements, 15th International Conference on Lasers and Electrooptics in Europe. Mnichov, Germany, 2001.

33. M. Ježek: Discrimination between non perfectly known states, 13<sup>th</sup> Polish-Czech-Slovak Optical Conference, Krzywowa 2002.
34. Miranowicz, S. K. Oezdemir, Yu-Xi Liu, W. Leonski, M. Koashi, N. Imoto, Y. Hirayama, J. Bajér, Maximally enlarged spin states in equivalent neighbour system of quantum dots in microcavity, Proceedings SPIE 2003, 13<sup>th</sup> Polish-Czech-Slovak Optical Conference, Krzywowa 2002.
35. V. Peřinová, A. Lukš: Continuous measurements in quantum optics, Proc. SPIE, Bellingham, 9 s., bude publikováno.
36. Peřinová, V., Lukš, A., Křepelka, J.: Probabilistic model of random laser. Proceedings of SPIE: Bellingham, Washington, 2002, v tisku.

### **Monografie a monografické kapitoly**

J. Peřina, Jr., J. Peřina, Quantum statistics of nonlinear optical couplers, ed. E. Wolf, Progress in optics, Elsevier Amsterdam (2000) 361.

J. Fiurášek, J. Peřina, Quantum statistics of light propagating in nonlinear optical couplers, Coherence and Statistics of Photons and Atoms J. Wiley, NY 2001, pp. 67-112.

Peřinová, V., Lukš, A., Cubic behavior of impeded second-harmonic generation, in: Modern Nonlinear Optics, Part I (Advances in Chemical Physics, Vol. 119), red.: Evans, M., J. Wiley, New York, 2001, 575--601.

Bajer-J, Dušek-M, Fiurášek-J, Hradil-Z, Lukš-A, Peřinová-V, Řeháček-J.; Nonlinear phenomena in quantum optics, Modern Nonlinear Optics. 2001, 119(N), 491-601

### **Vysokoškolské učebnice**

M. Dušek, Koncepční otázky kvantové teorie, UP Olomouc 2002, 238 s.