Závěrečná zpráva o řešení výzkumného záměru

Identifikační kód	MSM 192400002
Název výzkumného záměru	Globální analyza
Příjemce	Slezská univerzita v Opavě, OPAVA, Na Rybníčku 1, IČO: 47813059, PSČ: 74601
Vykonavatel	Matematický ústav v Opavě
Řešitel	Prof. RNDr. Jaroslav Smítal, DrSc.
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

„Cíle výzkumného záměru a strategie jejich dosažení“ (z návrhu výzkumného záměru) Předkládaný výzkumný záměr navazuje na účelový výzkum na SU v oblasti globální analýzy a dynamických systémů, který je podporován MŠMT, GAČR, ale i z jiných zdrojů nepřetržitě od roku 1993. Má za cíl začlenit úspěšně probíhající projekt VS 96003 a výzkum podporovaný granty GAČR 201/98/0853 a GAČR 201/97/0001 do institucionálního výzkumu na Slezské univerzitě a tímto způsobem poskytnout stabilizované zázemí pro tento výzkum a jeho další rozvoj. Tím bude i po roce 2000 umožněno pokračování výzkumu, v němž se ČR řadí na přední místo ve světě.

Hlavním cílem je rozvíjet vědecký výzkum v globální analýze a příbuzných oborech na mezinárodně uznávané úrovni. V řadě dosažených výsledků tento výzkum dlouhodobě udává hlavní směry rozvoje dané disciplíny; cílem projektu je tento trend udržet, případně dále posílit.

Nedílnou součástí projektu je rovněž výchova mladých vědeckých pracovníků v doktorském studiu (obory Matematická analýza a Geometrie a globální analýza), kteří se podílejí na řešení projektu. Záměr počítá se začleněním nejlepších absolventů do řešitelského týmu, což umožní kontinuitu výzkumu do budoucna. Všichni pracovníci zapojení do projektu se na něm budou podílet 2/3 svého úvazku, zbytek bude věnován pedagogické práci (průměrně 4 hodiny přímé výuky týdně mimo výuku a vedení PhD studentů). To zvýší stabilitu Matematického ústavu, který zabezpečuje široké spektrum studijních oborů s minimálními personálními nároky.

Navrhovaný výzkum je koncipován relativně široce a komplexně. Má syntetický charakter a zahrnuje řadu matematických a teoreticko-fyzikálních disciplín v rámci globální analýzy i na jejím styku s klasickou a algebraickou topologií, diferenciální geometrií, matematickou analýzou a matematickou fyzikou. Důležitým aspektem je skutečnost, že výše vymezený předmět výzkumu představuje budování nové matematické disciplíny a má dlouhodobý charakter. Z hlediska obsahového zaměření výzkum navazuje na dosavadní dlouholetou vědeckou práci členů týmu, z nichž většina pracuje na řešení projektu VS 96003, zejména D. Krupky, O. Krupkové, M. Marvana, J. Smítala, K. Smítalové a dalších českých matematiků a fyziků (zejm. z Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity).

Témata výzkumu. Výzkum v oboru Globální analýza bude v období 2000 - 2003 zaměřen především na tato témata, charakterizující průřez danou problematikou:

- druhá variace a její význam pro studium extrémů v teorii pole,

- problém nalezení explicitního tvaru variačně triviálních lagrangiánů v teorii pole vyššího řádu a studium důsledků variační triviálnosti pro teorii symetrií, ekvivalentní variační problémy,

- zobecnění fundamentálního Lepageova ekvivalentu prvního řádu na vyšší řád,

- problém regularity lagrangiánů a Eulerových - Lagrangeových rovnic a jejich kanonické tvary,

- problém regularity Einsteinových rovnic a jejich Hamiltonova - de Donderova verze,

- operátory rekurze, Bäcklundovy transformace, nelineární superpoziční principy v rámci kategorie difiet,

- konkrétné výpočty reprezentací nulové křivosti a operátorů rekurze, klasifikační problémy,

- kohomologie difiet s koeficienty v reprezentacích nulové křivosti,

- vybudování ucelené teorie přirozených Lagrangeových struktur,

- problém struktury systému Eulerových - Lagrangeových rovnic, jeho řešitelnost,

- problém slabé variačnosti v mechanice a teorii pole,

- studium variačních funckionálů pro podvariety, vztah těchto funkcionálů s funkcionály na fibrovaných prostorech,

- formulace variační teorie na varietách s vazbami, vybudování ucelené teorie neholonomních systémů prvního a vyššího řádu,

- invariantní charakteristiky tříd ve variační posloupnosti libovolného řádu v mechanice,

- podrobné studium variační posloupnosti prvního řádu v teorii pole s cílem podat explicitní charakteristiku prvků variační posloupnosti, popřípadě také jejich význam pro globální variační počet,

- získání kohomologických podmínek, charakterizujících rozdíly mezi lokálními a globálními vlastnostmi různých variačních objektů (lokální a globální variační triviálnost, lokální a globální variačnost, lokální a globální reducibilita řádu), hlubší studium variačních posloupností a bikomplexů, jejich vztah,

- Hamiltonova - Jacobiho rovnice v teorii pole,

- Poissonovy struktury a jejich vztah k problému variačnosti systémů diferenciálních rovnic,

- globální variační funkcionály unitární teorie pole,

- zákony zachování v teorii pole a v obecné teorii relativity,

- teorie diferenciálních invariantů a její aplikace,

- struktura bázických množin spojitých zobrazení intervalu z hlediska existence minimálních podmnožin,

- vztah struktury hladinových množin k dalším vlastnostem spojité funkce intervalu,

- dokončení klasifikace 2-rozměrných dynamických systémů generovaných trojúhelníkovými zobrazeními,

- vztah distribučního chaosu k dalším vlastnostem vícerozměrných systémů.

Mezinárodní spolupráce. Standardní součástí probíhajícího výzkumu je mezinárodní spolupráce. Jde o konkrétní partnerskou spolupráci s matematiky, aktivně pracujícími ve výzkumu v globální variační analýze, diferenciálních rovnicích, přirozených fibrovaných prostorech, dynamických systémech, či v oblasti aplikací nových globálních metod ve fyzice.

Doktorské studium. Součástí práce na projektu je výchova doktorandů v akreditovaných oborech Matematická analýza a Geometrie a globální analýza.

„Předpokládané výsledky a způsob jejich prezentace“ (z návrhu výzkumného záměru)
Získané výsledky budou prezentovány těmito formami:
- vědecké články v mezinárodních časopisech a sbornících, monografie
- přednášky na vědeckých konferencích, přednáškové pobyty
- organizace mezinárodní letní školy pro postdoktorandy (každý rok)
- každoroční workshopy společně s geometrickým pracovištěm Debrecenské univerzity
- organizace 8th International Conference on Differential geometry and its Applications, Opava 2001 (hlavní organizátor SU v Opavě), organizace dalších mezinárodních vědeckých akcí.

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

V oblasti dynamických systémů bude výzkum zaměřen zejména na tyto problémy. V návaznosti na dosavadní výsledky P. Šindelářové pokračovat v revizi klasických výsledků o dynamice spojitých zobrazení intervalu. Vyřešit některé dlouho otevřené problémy týkající se vlastností trojúhelníkových zobrazení intervalu typu 2 na nekonečno. Dále prozkoumat strukturu prostoru všech omega-limitních množin těchto zobrazení.

Rozšířit výzkum o problematiku komplexních dynamických systémů, zejména s ohledem na řešení známého problému, zda je množina všech hyperbolických racionálních zobrazení otevřená a hustá v prostoru všech racionálních zobrazení. Dále prozkoumat vlastnosti distribučně chaotických systémů v kompaktních metrických prostorech, jejich stabilitu, a vlastnosti minimálních systémů. Prozkoumat možnosti aplikace získaných výsledků v systémech se spojitým časem a s aplikacemi v jiných oblastech.

V oblasti globální analýzy a geometrické teorie diferenciálních rovnic: Hledat a studovat integrabilní systémy v geometrii imerzí. Rozvíjet funkcionální přístup k řešení diferenciálně-geometrických problémů s cílem úplného odstranění předpokladů diferencovatelnosti. Najít funkcionální formulace obyčejných diferenciálních rovnic prvého a druhého řádu v normálním tvaru, která by jim byla v hladkém případě ekvivalentni, funkcionální formulaci variačního počtu v mechanice a funkcionální definici Finslerových geodetik.

Konstruovat nové nestacionární kvaziexaktně řešitelné modely. Konstruovat a studovat nové podmíněně integrabilní nelineární (1+1)-dimenzionalní systémy. Hledat operátory rekurze a symetrie nových integrabilních systémů. Nalézat a studovat nové integrabilní případy Einsteinových rovnic. Zpracovat globální popis relativistické kvantové mechaniky v rámci spektrální geometrie.

2. Dosažené cíle a uplatněné výsledky

2.1. Splnění cílů řešení

Cíle výzkumného záměru byly v zásadě splněny, a to jak cíle stanovené pro první pětileté období 1999 - 2003, tak i cíle stanovené na rok 2004. Řešení projektu ovlivnilo několik okolností: Především, výzkumný záměr v současné podobě vznikl k 1. 1. 2000 na základě rozhodnutí rektora Slezské univerzity sloučením původně dvou samostatných záměrů MSM 98:192400001 Dynamické systémy (řešitel prof. Smítal) a MSM 98:192400002 Globální analýza (řešitel prof. Krupka). Řešitelem sloučeného záměru se stal prof. Krupka. Druhou okolností je odchod prof. Krupky z Opavy na Masarykovu univerzitu do Brna. Proto byl k 11. 3. 2002 jmenován řešitelem projektu prof. Smítal. Tato změna způsobila, že podíl nových výsledků z oblasti diskrétních a spojitých dynamických systémů a jejich aplikací na výstupech výzkumného záměru je vyšší, než se předpokládalo v původním návrhu do roku 2003. Nicméně, všechna navržená témata výzkumu byla studována a jsou pokryta kvalitními publikacemi. Výsledky získané v roce 2004 už odpovídají předpokladům.

Zmínit je nutno skutečnost, že institucionální financování výzkumného záměru bylo nižší, než se původně předpokládalo. Proto byla část nákladů hrazena z prostředků SU na vzdělávací činnost a specifický výzkum (na řešení se významně podíleli i studenti magisterského a doktorského studia). Důležitým zdrojem spolufinancování byly prostředky GAČR na projekty zaměřené na některé užší problémy patřící obecně do výzkumného záměru. Proto je poměrně málo výstupů které vznikly pouze s podporou VZ.

Jedním z hlavních cílů výzkumného záměru byla výchova mladých vědeckých pracovníků. Tento cíl byl velmi dobře splněn. Z problematiky výzkumného záměru byly obhájeny 4 habilitační práce a 9 doktorských (Ph.D.) prací. Nositelé takto získaných hodností tvoří nyní většinu pracovníků podílejících se na řešení záměru.

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

Výsledky týkající se *problematiky dynamických systémů a jejich aplikací* byly publikovány v 50 pracích v mezinárodních periodikách, 5 je přijato do tisku a více než 10 je v různém stavu rozpracovanosti, nebo v recenzním řízení. Zdůraznit je nutno alespoň následující:

Byla prozkoumána struktura bázických množin spojitých zobrazení intervalu a kružnice, vlastnosti lokálních center bodů bázických množin a dokázána existence „univerzálního“ spojitého zobrazení, které realizuje všechny možné omega-limitní množiny. Byly prozkoumány souvislosti mezi různými typy chaosu, zejména chaos ve smyslu Li a Yorkea, omega-chaos, distribuční chaos a kladná topologická entropie. Byly nalezeny podmínky postačující k tomu aby spojité zobrazení mělo chaotickou množinu plné míry. (Cf. Smítal, Málek, Pokluda, Lampart, Štefánková a zahraniční spolupracovníci.)

Centrální místo zaujímalo studium vlastností distribučního chaosu v kompaktních metrických prostorech, zavedeného v r. 1994 Schweizerem a Smítalem [Trans. Amer. Math. Soc. 334 (1994)] pro spojitá zobrazení intervalu. Mezi nejdůležitější dosažené výsledky nutno zahrnout zejména toto: V kompaktních metrických prostorech je nutno rozlišovat tři navzájem neekvivalentní typy distribučního chaosu, *DC1 – DC3*, uspořádané hierarchicky tak že *DC1* je nejsilnější. Přitom *DC1* a *DC2* jsou topologické invarianty, *DC3* nikoliv. Navíc, *DC3* neimplikuje chaos dle Li a Yorkea. Ale pomocí *DC3* lze definovat efektivní míru chaosu, která je stabilní a je topologickým invariantem. Dva nejsilnější typy obecně neimplikují ani nejsou implikovány kladnou topologickou entropií. Bylo dokázáno, že v jednorozměrných systémech, generovaných spojitým zobrazením konečného grafu bez jakýchkoliv dalších omezení (obvykle se předpokládá, že vrcholy jsou periodické body), speciálně např. pro spojitá zobrazení intervalu nebo kružnice, jsou všechny tři typy distribučního chaosu ekvivalentní s kladnou topologickou entropií, a byly nalezeny další ekvivalentní podmínky. Netriviální nové výsledky se týkají rovněž stability distribučního chaosu pro některé speciální případy kompaktních metrických prostorů. (Cf. Smítal, Málek, Štefánková a zahraniční spolupracovníci Balibrea (Murcia), Hric (Lisabon), Paganoni (Milano), Schweizer (Amherst), Sklar (Chicago).)

Dále byla provedena klasifikace trojúhelníkových zobrazení čtverce z hlediska toho, jak splňují podmínky (je jich vice než 40), které jsou v případě jednorozměrných zobrazení ekvivalentní s nulovou topologickou entropii. Tato klasifikace je téměř úplná pro trojúhelníková zobrazení monotonní na vláknech, zbývá objasnit některé souvislosti mezi distribučním chaosem *DC3* a ostatními vlastnostmi. V obecném případě zůstávají otevřené (a zdá se že těžké) problémy. Byly ale dosaženy hodnotné výsledky.

Byly např. sestrojeny následující netriviální příklady významné nejen pro klasifikaci trojúhelníkových zobrazení, ale též z hlediska studia vlastností distribučního chaosu: Existuje

trojúhelníkové zobrazení s kladnou topologickou entropií, které není *DC1*. Existuje trojúhelníkové zobrazení monotonní na vláknech, a tedy s nulovou topologickou entropií, které je *DC3* a není *DC2*, a navíc je chaotické ve smyslu Li a Yorkea na množině uniformně rekurentních bodů. Existuje trojúhelníkové zobrazení mající periodické body libovolné periody a přitom žádná nekonečná omega-limitní množina neobsahuje periodický bod. Existuje trojúhelníkové zobrazení, jehož každý rekurentní bod je uniformně rekurentní, které je chaotické ve smyslu Li a Yorkea na svém centru, ale nikoliv na množině všech omega-limitních bodů (jeho centrum je tedy vlastní nadmnožinou množiny omega-limitních bodů). Byla rovněž provedena úplná klasifikace trojúhelníkových zobrazení s uzavřenou množinou periodických bodů. (Cf. Kočan, Kupka, Smítal, Štefánková, Šindelářová a zahraniční spolupracovnící Balibrea, Forti a Paganoni).

Neplánovaně byla revidována některá klasická "tvrzení" charakterizující spojitá zobrazení intervalu s nulovou topologickou entropií, která lze najít v celé řadě monografií a které jsou využívány řadou dalších autorů. Nepravdivé výsledky pocházejí ze začátku šedesátých let z okruhu A. N. Šarkovského. Zmínit je nutno alespoň to, že na rozdíl od zmíněných "tvrzení" spojitá zobrazení intervalu s nulovou entropií nelze charakterizovat jako funkce, jejichž množina periodických bodů je typu *G*-delta, nebo jejichž množina rekurentních bodů je typu *F*-sigma, nebo jako funkce s následující vlastností: Pro libovolné x množina těch y, že x a y mají stejnou omega-limitní množinu, je množinou typu *G*-delta-sigma; snadno lze dokázat, že je to vždy množina typu *F*-sigma-delta (Šindelářová, Smítal).

Neplánován byl rovněž výsledek M. Babilonové (Štefánkové), který znamená vyřešení více než 30 let starého problému charakterizace deterministických a stacionárních množin Jensenovsky konvexních funkcí intervalu. Podnětem byla přednáška světoznámého matematika S. Markuse na konferenci věnované dynamickým systémům.

Z oblasti spojitých dynamických systémů a jejích aplikací členové týmu a doktorandi publikovali 10 prací a stejný počet je v tisku nebo v různých stadiích rozpracovanosti. Zmínit je nutno výsledky K. Hasíka, které přinášejí nové silně netriviální podmínky jednoznačnosti limitního cyklu v Gauseho modelu dravec – kořist, včetně korekcí vážných nepřesností v dřívějších pracích některých zahraničních autorů. L. Čelechovská studuje matematický model činnosti lidských jater. Lineární model se ukázal být nespolehlivým, proto byl sestaven nelineární autonomní systém obyčejných diferenciálních rovnic se začáteční podmínkou; metodou nejmenších čtvreců bylo možno odhadnout parametry modelu a dokázat konvergenci metody. Práce J. Kopfové jsou věnovány studiu vlastností diferenciálních rovnic s hysterezí. Aplikace metod diskretních dynamických systémů vedla k úplné charakterizaci spojitých řešení funkcionální rovnice Dhombresova typu v reálném oboru (Smítal, Štefánková a zahraniční spolupracovníci P. Kahlig (Wien) a L. Reich (Graz)).

Rovnice Dhombresova typu byla v roce 2004 studována též *v komplexním oboru*. Dosažené výsledky jsou slibné a mohly by přispět k řešení některých otevřených problémů komplexních dynamickych systémů. První část bude připravena k publikaci v roce 2005 (cf. Reich, Smítal a Štefánková).

Výsledky týkající se *geometrické problematiky* byly publikovány ve 44 pracích v mezinárodních periodikách a recenzovaných sbornících, dalších 7 existuje ve formě preprintu.

V oblasti *globální analýzy* byla rozvinuta teorie variační posloupnosti (variační problémy více proměnných, vyššího řádu, teorie reprezentantů), byla vypracována nová teorie rozkladu tenzoru podle stopy, položeny geometrické zaklady teorie mechanických systémů s neholonomními vazbami (struktura vazebního ideálu, globální vázané pohybové rovnice, problém regularity, Hamiltonovy rovnice pro vázané systémy), byly zobecněny Hamiltonovy rovnice na variační problémy definované obecnými Lepageovými formami (obecné podmínky

regularity, Legendreova transformace, fyzikální aplikace na Diracovo pole a elektromagnetické pole) (D. Krupka, O. Krupková, P. Volný, D. Smetanová).

Pomocí funkcionální rovnice byl definován pojem metrické geodetiky v metrickém prostoru, pomocí jiné funkcionální rovnice byl definován pojem zobecněné (topologické) geodetiky v topologickem prostoru a byly nalezeny nutné a postačující podmínky pro to, aby topologické geodetiky a metrické geodetiky byly tytéž. Výsledky byly zařazeny do klasického kontextu (L. Klapka).

Byly odvozeny Bianchiho identity pro Lagrangeovu funkci, na níž je založena Einsteinova poslední publikovaná varianta unitárni teorie pole. Výsledku je dosaženo za oslabených předpokladů oproti původni práci (O. Stolín). Jako příspěvek k problematice zákonů zachování v teorii relativity byla nalezena obecná konstrukce superpotenciálu zahrnující dříve známe konstrukce Einstein-Freudovu, Landau-Lifshitzovu a Mollerovu (O. Stolín a J. Novotný).

V teorii *diferenciálních invariantů* byly nalezeny skalární diferenciální invarianty generických Monge-Amperovych rovnic hyperbolického typu vzhledem ke kontaktním transformacím. Počet nalezených invariantů je dostatečný pro řešení problému ekvivalence. Metoda je obecně použitelná, tj. i pro negenerické orbity (M. Marvan, A. Vinogradov a V. Yumaguzhin).

Dále byly nalezeny diferenciální invarianty grupy všech Lieových symetrií Einsteinových rovnic se dvěma komutujícími Killingovými poli a kosmologickým členem. Byla též stanovena příslušná faktorová rovnice. Výsledky v principu umožňují řešit problém ekvivalence pro příslušné časoprostory. (M. Marvan a O. Stolín).

V *geometrické teorii diferenciálních rovnic* byly pro libovolnou reprezentaci nulové křivosti zavedeny horizontální kalibrační kohomologie; bylo ukázáno, že první kohomologická grupa, která obsahuje překážky k odstranitelnosti parametru reprezentace (spektrálního parametru), je efektivně spočitatelná v běžných případech rovnic matematické fyziky v dimenzi 2. Byly klasifikovány všechny skalární evoluční rovnice druhého řádu, připouštějící ireducibilní reprezentaci nulové křivosti s koeficienty v Lieově algebře sl2. Výsledek je první úplnou klasifikací svého druhu. Dále byl pro reprezentace nulové křivosti zaveden pojem reducibility k podalgebře, nalezeno efektivní kriterium reducibility k řešitelné podalgebře a jako aplikace byla nalezena obecná procedura pro invertování operátoru rekurze (M. Marvan).

Zmínit je nutno i navržení zcela nové procedury pro odvození inverzního operátoru rekurze přímo z reprezentace nulové křivosti. Procedura byla několikrát úspěšně aplikována (M. Marvan, A. Sergyeyev, H. Baran).

Dále pro libovolný totálně nedegenerovaný systém obyčejných diferencialních rovnic A. Sergyeyev nalezl všechny (1+1)-dimenzionální evoluční systémy, které připouštějí tento systém jako podmíněnou symetrii. Byly mimo jiné popsány všechny (1+1)-dimenzionální evoluční rovnice řádu $n > N - 2$, jež připouštějí řešení ve tvaru superpozice N rázových vln.

Pro širokou třídu (1+1)-dimenzionálních evolučních systémů byly nalezeny nové postačující podmínky, které zajišťují lokalitu symetrií generovaných pomocí operátoru rekurze, a to i nedědičného nebo nestacionárního. Na rozdíl od známých výsledků Sanderse a Wangové se nevyžaduje např. existence škálovací symetrie. Nalezené podmínky lokality byly využity k důkazu Malcevovy-Novikovovy domněnky o struktuře nelokálních členů vyšších operátorů rekurze, Hamiltonových a symplektických struktur v dimenzi (1+1). Byly také nalezeny postačujicí podmínky, které zajišťují lokalitu symetrií generovaných pomocí opakovaného komutování s tzv. master symetrií a rovněž komutativitu a stacionárnost nelokálních symetrií evolučních systemů s vazbami. Přitom byla nalezena explicitní formule

pro vedoucí člen komutátoru dvou symetrií dostatečně vysokého řádu (více než 20 let starý problém A. M. Vinogradova). Byly nalezeny všechny lokální zobecněné symetrie Bakirovova systému, včetně nestacionarních, čímž bylo završeno vyvrácení známé hypotézy o tom, že existuje-li jedna taková symetrie, pak jich existuje nekonečně mnoho.

A. Sergyeyev také nalezl dvě kompatibilní Hamiltonovy struktury pro nový integrabilni systém typu KdV objevený Karasu (Kalkanli) a nezávisle Sakovičem. Tento výsledek byl poté využit k důkazu existence nekonečného počtu lokálních zobecněných symetrií zmíněného systému, což vzhledem k nestandardní struktuře nelokálních členů příslušného operátoru rekurze nelze udělat pomocí jiných známých metod (sr. předchozí odstavec).

Ve spolupráci s M. Blaszakem byla dokázána maximální superintegrabilita rozsáhlé třídy separovatelných konečně-dimenzionálních dynamických systémů, což mimo jiné pravděpodobně znamená exaktní řešitelnost jejich kvantových analogií (A. Sergyeyev).

Rozšíření systému Jets o procedury umožňující paralelní řešení klasifikačních problémů v síti počítačů. S jejich pomocí bylo zahájeno systematické hledání integrabilních případů hyperbolických rovnic druhého řádu; u nalezených rovnic byl vždy vypočten i operátor rekurze a zkoumáno jeho působení v algebře symetrií. Přitom byly pozorovány unikátní vlastnosti operátoru rekurze zobecněné Hunter-Saxtonovy rovnice (H. Baran). Výzkum rovnic popisujících imerze prostoru konstantní křivosti do prostoru konstan- tní křivosti v dimenzi > 2. U takových systémů neplatí věta o dvou řadách C-spektrální posloupnosti. Byla dokázána existence vyšších zákonů zachování. Výsledky budou publikovány později (M. Pobořil). Připravovány k publikaci jsou též starší a nové výsledky P. Sebestyéna o normálních tvarech reprezentací nulové křivosti s hodnotami v algebře sl(3).

Nekomutativní geometrie: V kontextu Einsteinových rovnic pro kvantové pole v semiklasické aproximaci byla diskutována renormalizace tenzoru energie-hybnosti v Hamiltonovské formulaci. Byl nalezen popis prostoročasových variet prostředky spektrální (nekomutativní) geometrie (T. Kopf). Ve spolupráci s M. Paschkem (MPI MIS Lipsko) byly získány nové výsledky týkající se spektrální formulace relativistické kvantové mechaniky.

Pro dokreslení údajů je nutno uvést, že v letech 1999 - 2004 bylo v rámci *projektu v oboru dynamických systémů* obhájeno 7 doktorských (Ph.D) prací (K. Hasík - školitelka K. Smítalová; M. Babilonová, D. Pokluda, M. Málek, Z. Kočan a J. Kupka - školitel J. Smítal, a L. Čelechovská - školitel Š. Schwabik, konzultant K. Smítalová), že M. Babilonová (Štefánková) získala v r. 2000 Cenu ministra MŠMT pro vynikající studenty a v roce 2003 obhájila habilitační práci. Dále tři studenti zapojení do projektu, P. Šindelářová, M. Lampart a M. Čiklová, získali v letech 2000 - 2004 jednu první, dvě druhé a jednu třetí cenu v mezinárodní soutěži SVOČ v matematických oborech. Konečně, dosažené výsledky byly prezentovány od roku 1999 na 40 mezinárodních konferencích v zahraničí (např. 13x USA, 4x Rakousko, 4x Španělsko, 3x Italie, 3x Polsko, 3x Portugalsko, 2x Japonsko, Dánsko, Kanada, Maďarsko, Německo, Švédsko), a přibližně stejného počtu v ČR, a také v rámci 37 pracovních nebo přednáškových pobytů na zahraničních pracovištích. K problematice dynamických systémů a příbuzných oblastí byly v Opavě od r. 1999 zorganizovány 2 mezinárodní konference a 5 mezinárodních workshopů.

V oboru *geometrie a globální analýzy* byly v souvislosti s řešením záměru úspěšně obhájeny dvě doktorské práce (J. Kašparová a L. Lakomá 2000, školitel D. Krupka), tři habilitační práce (M. Marvan 2000, L. Klapka 2001 a T. Kopf 2002) a jedna dizertace DrSc. (O. Krupková, 1999). Dvě studentky geometrie a globální analýzy, A. Haková a R. Otáhalová, získaly v soutěži SVOČ v letech 2001 - 2003 jednu první, jednu druhou a dvě třetí

ceny. Výsledky výzkumu byly prezentovány na celkem 40 mezinárodních konferencích a zhruba stejném počtu pracovních pobytů v zahraničí. K problematice geometrie a globální analýzy byla v Opavě zorganizována jedna mezinárodní konference a jeden workshop.

3. Nejvýznamnější výsledky řešení výzkumného záměru

3.1. Výsledky dosažené výhradně řešením výzkumného záměru

[Z 1] *M. Marvan*, Reducibility of zero curvature representations with application to recursion operators, Appl. Math. 83 (2004), 39–68. **IF = 0.6**

[Z 2] *M. Marvan*, Recursion operators for vacuum Einstein equations with symmetries. Proc. Fifth Int. Conf. „Symmetry in Nonlinear Mathematical Physics“, published in Proc. of Institute of Mathematics of NASU, vol. 50, Part 1, 179–183, Institute of Mathematics of NASU, Kyiv, 2004.

[Z 3] *M. Pobořil*, New hyperbolic equation possessing a zero curvature representation, Fund. Prikl. Matematika, 10 (2004), no. 1, 239–241 (in Russian).

[Z 4] *V. Yumaguzhin*, Integrable geometric structures of finite type, Fund. Prikl. Matematika, 10 (2004), no. 1, 255–269 (in Russian).

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

A. články v impaktovaných vědeckých časopisech

[A 1] Ll. Alsedá (Barcelona), M. Chas (Barcelona) and *J. Smítal*, On the structure of the omega-limit sets for continuous maps of the interval, Int. J. Bifur. Chaos 9 (1999), 1719 - 1730. (USA) ISSN 0218-1274, RIV/47813059:19610/99:00000002, **IF = 0.7**

[A 2] G.-L. Forti (Milano), L. Paganoni (Milano) and *J. Smítal*, Dynamics of homeomorphisms on minimal sets generated by triangular mappings. Bull. Austral. Math. Soc. 59 (1999), 1 - 20. (Australia) ISSN 0004-9727, RIV/47813059: 19610/99:00000001 **IF = 0.2**

[A 3] V. Jiménez López (Murcia, Spain) and *J. Smítal*, Two counterexamples to a conjecture by Agronsky and Ceder, Acta Math. Hung. 88 (2000), 193-204. (Hungary) ISSN 0236-5294, RIV/47813059:19610/00: 00000020 **IF = 0.2**

[A 4] *D. Pokluda* and *J. Smítal*, A „universal“ dynamical system generated by a continuous map of the interval, Proc. Amer. Math. Soc., 128 (2000), 3047 - 3056. (USA) ISSN 0002-9939, RIV/47813059: 19610/00: 00000019 **IF = 0.4**

[A 5] A. Sklar (Chicago) and *J. Smítal,* Distributional chaos on compact metric spaces via specification properties, J. Math. Anal. Appl. 241 (2000), 181 - 188. (USA) ISSN 0022-247X, RIV/47813059: 19610/00: 00000018, **IF = 0.4**

[A 6] V. Jiménez López (Murcia, Spain) and *J. Smítal*, On omega-limit sets for triangular mappings, Fundamenta Mathematicae 167 (2001), 1 - 15. (Poland) ISSN 0016-2736, RIV/47813059:19610/01:00000053 **IF = 0.3**

[A 7] *J. Kopfová and T. Kopf*, Differential equations, hysteresis, and time delay. Z. Angew. Math. Phys. 53 (2002), no. 4, 676--691. (Germany) ISSN 0044-2275, RIV/47813059:19610/02:00000081 **IF = 0.5**

[A 8] *P. Šindelářová*, A zero topological entropy map for which periodic points are not a G-delta set, Ergod. Th. & Dynam. Sys. 22 (2002), 947 - 949. (UK) ISSN 0143-3857, RIV/47813059: 19610/02: 00000093 **IF = 0.5**

[A 9] F. Balibrea, L. Reich and *J. Smital*, Iteration Theory: Dynamical Systems and functional equations,

Internat. J. Bifur. Chaos 13 (2003), 1627 - 1647. (USA) ISSN 0218-1274, RIV/47813059:19610/03: 00000117 **IF = 1.1**

[A 10] F. Balibrea, B. Schweizer, A. Sklar and *J. Smital*, Generalized specification property and distributional chaos. Internat. J. Bifur. Chaos 13 (2003), 1683 - 1694. (USA) ISSN 0218-1274, RIV/47813059: 19610/03: 00000118 **IF = 1.1**

[A 11] *K. Hasík*, Uniqueness of limit cycles in predator-prey system: The role of weight functions, J. Math. Anal. Appl. 277 (2003), 130 - 141. (USA) ISSN 0022-247X RIV/47813059:19610/03:00000112 **IF = 0.5**

[A 12] *J. Smítal* and *M. Štefánková*, Omega-chaos almost everywhere, Discrete and Continuous Dynamical Systems 9 (2003), 1323 – 1327. (USA) ISSN 1078-0947, RIV/47813059:19610/03:00000114 **IF = 0.9**

[A 13] *P. Šindelářová*, A zero topological entropy map with recurrent points not F-sigma, Proc. Amer. Math. Soc. 131 (2003), 2089-2096. (USA) ISSN 0147-1937, RIV/47813059:19610/03:00000121 **IF = 0.3**

[A 14] *M. Štefánková*, Extreme chaos and transitivity, Internat. J. Bifur. Chaos 13 (2003), 1695–1700. (USA) ISSN 0218-1274 , RIV/47813059:19610/03:00000113 **IF = 1.1**

[A 15] *M. Málek*, Distributional chaos and spectral decomposition of dynamical systems on the circle, Topology Appl. 135 (2004), 215 - 229. ISSN: 0166-8641 (Holandsko) **IF = 0.2**

[A 16] *J. Smítal* and *M. Štefánková*, Distributional chaos for triangular maps, Chaos, Solitons and Fractals 21 (2004), 1125 - 1128. ISSN 0960-0779 (UK) **IF = 1.1**

[A 17] F. Balibrea, *J. Smítal* and M. Štefánková, The three versions of distributional chaos, Chaos, Solitons and Fractals 23 (2005), 1581 – 1583. (UK) ISSN 0960-0779 **IF = 1.1**

[A 18] G.-L. Forti, L. Paganoni and *J. Smítal*, Triangular maps with all periods and no infinite omega-limit set containing periodic points, Topology Appl. (2005), to appear. (Holandsko) ISSN: 0166-8641 **IF = 0.2**

[A 19] J. L. Garcia and *M. Lampart*, Li and Yorke chaos with respect to the cardinality of the scrambled sets, Chaos, Solitons and Fractals (2005), to appear. (UK) ISSN 0960-0779 **IF = 1.1**

[A 20] *J. Kopfová*, Periodic solutions and asymptotic behavior of a PDE with hysteresis in the source term, Rocky Mountains J. Math. to appear. (USA) ISSN 0035-7596, **IF = 0.2**

[A 21] *O. Krupková*, Higher-order mechanical systems with constraints, J. Math. Phys. 41 (2000), no. 8, 5304–5324. RIV/47813059:19610/00:00000042 **IF = 1.5**

[A 22] *D. Krupka*, Global variational functionals in fibered spaces, Nonlinear Analysis 47 (2001), 2633–2642. RIV/47813059:19610/01:00000057 **IF = 0.3**

[A 23] *O. Krupková* and J. Musilová, The relativistic particle as a mechanical system with non-holonomic constraints. J. Phys. A: Math. Gen. 34 (2001), no. 18, 3859–3875RIV/47813059:19610/01:00000058 **IF = 1.4**

[A 24] *O. Krupková*, Recent results in the geometry of constrained systems, XXXIII Symposium on Mathematical Physics (Toruń, 2001), Rep. Math. Phys. 49 (2002), no. 2–3, 269–278. RIV/47813059:19610/02:00000085 **IF = 0.5**

[A 25] *O. Krupková and D. Smetanová*, Legendre transformation for regularizable Lagrangians in field theory, Lett. Math. Phys. 58 (2001), no. 3, 189–204. RIV/47813059:19610/02:00000083 **IF = 0.7**

[A 26] *A. Sergyeyev*, Symmetries and integrability: Bakirov system revisited, J. Phys. A: Math. Gen., 34 (2001), no.23, 4983–4990. RIV/47813059:19610/01:00000060 **IF = 1.4**

[A 27] *O. Stolín* and J. Novotný, On superpotentials in general relativity, Rep. Math. Phys. 48 (2001) No. 1/2, 249–253. RIV/47813059:19610/01:00000063 **IF = 0.5**

[A 28] *T. Kopf and M. Paschke*, Spectral Quadruples, Mod. Phys. Lett. A16: 291-298 (2001), ISSN 0217-7323, RIV/47813059:19610/01:00000056, **IF = 1.6**

[A 29] *O. Krupková*, Hamiltonian field theory. J. Geom. Phys. 43 (2002), no. 2–3, 93–132. RIV/47813059: 19610/02:00000084 **IF = 1.1**

[A 30] *M. Marvan*, On the horizontal gauge cohomology and nonremovability of the spectral parameter, Acta Appl. Math. 72 (2002) 51–65. RIV/47813059:19610/02:00000086 **IF = 0.6**

[A 31] *M. Marvan*, Scalar second order evolution equations possessing an irreducible sl2-valued zero curvature representation, J. Phys. A: Math. Gen. 35 (2002), 9431–9439. RIV/47813059: 19610/02:00000087 **IF = 1.4**

[A 32] *A. Sergyeyev*, On sufficient conditions of locality for hierarchies of symmetries of evolution systems, Rep. Math. Phys., 2002, vol. 50, No.3, p.307–314. RIV/47813059:19610/02:00000126 **IF = 0.5**

[A 33] *A. Sergyeyev*, Constructing conditionally integrable evolution systems in (1+1) dimensions: a generalization of invariant modules approach, J. Phys. A: Math. Gen., 2002, vol.35, 7653–7660. RIV/47813059: 19610/02:00000088 **IF = 1.4**

[A 34] *M. Marvan and A. Sergyeyev*, Recursion operator for the stationary Nizhnik-Veselov-Novikov equation, J. Phys. A: Math. Gen. 36 (2003), No. 5, L87–L92. RIV/47813059:19610/03: 00000111 **IF = 1.4**

[A 35] *A. Sergyeyev* and J. A. Sanders, A remark on nonlocal symmetries for the Calogero-Degasperis-Ibragimov-Shabat equation, J. Nonlin. Math. Phys., 2003, 10, No. 1, 78–85. RIV/47813059:19610/03:00000120 **IF = 0.5**

[A 36] *A. Sergyeyev*, Locality of symmetries generated by nonhereditary, inhomogeneous, and time-dependent recursion operators: A new application for formal symmetries, Acta Appl. Math. 83 (2004), 95–109. **IF = 0.6**

[A 37] *A. Sergyeyev*, A simple way of making a Hamiltonian system into a bi-Hamiltonian one, Acta Appl. Math. 83 (2004), 183–197. **IF = 0.6**

[A 38] *M. Blaszak and A. Sergyeyev*, Maximal superintegrability of Benenti systems, J. Phys. A: Math. Gen. 38 (2005) L1–L5 **IF = 1.4**

B. Články v recenzovaných vědeckých časopisech v cizím jazyce nebo ve sbornících (výběr)

[B 1] *M. Babilonová*, Distributional chaos for triangular maps, Ann. Math. Siles. 13 (1999), 33 - 38. (Poland) ISSN 0860-2107, RIV/47813059:19610/99:00000004

[B 2] *Z. Kočan,* The problem of classification of triangular maps with zero topological entropy, Ann. Math. Siles. 13 (1999), 3181 - 192. (Poland) ISSN 0860-2107, RIV/47813059:19610/99:00000005

[B 3] *M. Málek,* Distributional chaos for continuous mappings of the circle, Ann. Math. Siles. 13 (1999), 205 - 210 (Poland) ISSN 0860-2107, RIV/47813059:19610/99:00000006

[B 4] *D. Pokluda*, On the structure of sets of transitive points for continuous maps of the interval, Real Anal. Exch. 24 (1998/99), 45 - 48. (USA) ISSN 0147-1937, RIV/47813059:19610/99:00000022

[B 5] *M. Babilonová (Štefánková)*, The bitransitive continuous maps of the interval are conjugate to maps extremelly chaotic a.e., Acta Math. Univ. Comen. 69 (2000), 229 - 232. (SR) ISSN 0862-9544, RIV/47813059:19610/02:00000096

[B 6] *M. Babilonová* (*Štefánková*), On stationary and determining sets for J-convex functions. Real Analysis Exchange (2001), Summer Symposium 2000 Suppl., 29-34. (USA) ISSN 0147-1937, RIV/47813059: 19610/01:00000052

[B 7] P. Kahlig (Vienna) and *J. Smítal*, On a generalized Dhombres functional equation, Aequ. Math. 62 (2001) 12 - 29. (Switzerland) ISSN 0001-9054, RIV/47813059:19610/01:00000054

[B 8] B. Schweizer (Amherst, Mass.), A. Sklar (Chicago) and *J. Smítal*, Distributional (and other) chaos and its measurement, Real Analysis Exch. 26 (2000/01), 495 - 594. (USA) ISSN 0147-1937, RIV/47813059: 19610/01: 00000061

[B 9] *P. Šindelářová,* A counterexample to a statement concerning Lyapunov stability, Acta Math. Univ. Comen. 70 (2001), 265–268. (SR) ISSN 0862-9544, RIV/47813059:19610/01:00000064

[B 10] *M. Lampart*, Scrambled sets for transitive maps, Real Analysis Exch. 27 (2001/02), 801 - 808. (USA) ISSN 0147-1937, RIV/47813059:19610/02:00000125

[B 11] *D. Pokluda*, On the transitive and omega-limit points of the continuous mappings of the circle, Arch. Math. 38 (2002), 49 - 52. (ČR) ISSN 0044-8753 RIV/47813059:19610/02:00000123

[B 12] *D. Pokluda*, Characterization of omega-limit sets of continuous maps of the circle, Comment. Math. Univ. Carolinae 43 (2002), 575 - 581. (ČR) ISSN 0010-2628, RIV/47813059:19610/02:00000124

[B 13] *J. Kupka*, Triangular maps which have the nonwandering points periodic, Acta Math. Univ. Comen. 71 (2003). (SR) ISSN 0862-9544, RIV/47813059:19610/03: 00000115

[B 14] *M. Lampart*, Two kinds of chaos and relations between them, Acta Math. Univ. Comen. 71 (2003), 119 - 128. (SR) ISSN0862-9544, RIV/47813059:19610/03:00000116

[B 15] *L. Čelechovská*, A simple mathematical model of the human liver, Appl. Math. 49 (2004), 227 - 246. Errata, ibid., p. 387. ISSN 0862-7940 (ČR)

[B 16] *K. Hasík*, Weight functions and the uniqueness of limit cycles in predator-prey system, Canadian Applied Mathematics Quarterly, Vol. 11, Number 3, 2003 (2004), 213-228. ISSN 1073-1849 (Canada)

[B 17] L. Reich, *J. Smítal* and *M. Štefánková*, The continuous solutions of a generalized Dhombres functional equation, Math. Boh. 129 (2004), 399 - 410. ISSN 0862-7959 (ČR)

[B 18] *Z. Kočan*, Triangular maps non-decreasing on the fibres, Real Analysis Exchange 30 (2004/05). (USA) ISSN 0147-1937

[B 19] *J. Kopfová*, Entropy condition for a quasilinear hyperbolic equation with hysteresis, Differential and Integral Equations, to appear. (Greece) ISSN: 0893-4983

[B 20] *L. Klapka*, Poisson manifolds of geodesic arcs in classical mechanics, in: Proceedins of the Seminar on Differential Geometry, Mathematical Publications, Vol. 2, Silesian University at Opava 2000, 1–13. RIV/47813059:19610/00:00000046

[B 21] *D. Krupka, M. Krupka*, Jets and contact elements. Proceedings of the Seminar on Differential Geometry (Opava, 2000), 39–85, Math. Publ., 2, Silesian Univ. Opava, Opava, 2000. RIV/47813059:19610/00:00000048

[B 22] *M. Krupka*, Natural operators on frame bundles, The Proceedings of the 19th Winter School "Geometry and Physics" (Srní, 1999), Rend. Circ. Mat. Palermo (2) Suppl. No. 63 (2000), 121–129. RIV/47813059:19610/00: 00000044

[B 23] *O. Krupková*, Differential systems in higher-order mechanics. Proceedings of the Seminar on Differential Geometry (Opava, 2000), Math. Publ. 2, Silesian Univ. Opava, Opava, 2000, 87–130. RIV/47813059:19610/00: 00000049

[B 24] *M. Marvan*, Geometric aspects of S-integrability, in: Proceedings of the Seminar on Differential Geometry (Opava, 2000), 39–85, Math. Publ. 2, Silesian Univ. Opava, Opava, 2000, 131–144. RIV/47813059: 19610/00:00000072

[B 25] *A. Sergyeyev*, On recursion operators and nonlocal symmetries of evolution equations, in: Proceedings of the Seminar on Differential Geometry (Opava, 2000), 39–85, Math. Publ. 2, Silesian Univ. Opava, Opava, 2000, 159–173. RIV/47813059:19610/00:00000051

[B 26] *J. Šeděnková*, Differential invariants of the metric tensor, in: Proceeding of the Seminar on Differential Geometry, Mathematical Publications 2 (Silesian University, Opava, 2000) 145–158. RIV/47813059:19610/00: 00000050

[B 27] *L. Klapka*, Functional equations for metric geodesic arcs, Differential Geometry and Its Applications, Proc. Conf. Opava (Czech Republic) Aug. 27-31, 2001, Silesian Univ., Opava, 2001, 197–201. RIV/47813059: 19610/02:00000098

[B 28] *L. Klapka*, Integrals and variational multipliers of second-order ordinary differential equations, Rend. Circ. Mat. Palermo, Serie II, Suppl. 66 (2001) 129–131. RIV/47813059:19610/01:00000055

[B 29] *D. Krupka, J. Musilová*, Recent results in variational sequence theory, in: Steps in Differential Geometry (Debrecen, 2000), Inst. Math. Inform., Debrecen, 2001, 161–186. RIV/47813059: 19610/01:00000067

[B 30] *O. Krupková*, Hamiltonian field theory revisited: a geometric approach to regularity, in: Steps in Differential Geometry (Debrecen, 2000), Inst. Math. Inform., Debrecen, 2001, 187–207. RIV/47813059: 19610/01:00000068

[B 31] *O. Krupková and D. Smetanová*, On regularization of variational problems in first-order field theory in: Proceedings of the 20th Winter School "Geometry and Physics" (Srní, 2000), Rend. Circ. Mat. Palermo (2) Suppl. No. 66 (2001), 133–140. RIV/47813059:19610/01:00000059

[B 32] *A. Sergyeyev*, On a class of inhomogeneous extensions for integrable evolution systems, in: Proc. 8th Int. Conf. "Differential Geometry and Its Applications" Opava (Czech Republic), August 27-31, 2001, Silesian University in Opava, Opava, 2001, p. 243–252. RIV/47813059:19610/02:00000099

[B 33] *A. Sergyeyev*, Nonlocal symmetries and formal symmetries for evolution equations, Group and Analytic Methods in Mathematical Physics, Proceedings of Institute of Mathematics of NAS of Ukraine, 2001, 35, p.227–236. RIV/47813059:19610/01:00000070

[B 34] *A. Sergyeyev*, Time dependence and (non)commutativity of symmetries of evolution equations, in "Noncommutative Structures in Mathematics in Physics" (Proc. NATO ARW), S. Duplij and J. Wess eds., Kluwer, 2001, p.379-390. RIV/47813059:19610/01:00000069

[B 35] *D. Smetanová*, On Hamilton p_2-equations in second-order field theory, in: Steps in Differential Geometry (Debrecen, 2000), Inst. Math. Inform., Debrecen, 2001, 329–341. – RIV/47813059:19610/01:00000071

[B 36] *P. Volný and O. Krupková*, Hamilton equations for nonholonomic mechanical systems, in: Proceedings of the 8th International Conference on Differential Geometry and Its Applications, Opava, 27-31 August 2001, Mathematical Publications Vol. 3, Silesian University, Opava, Czech Republic 2001, 369–380. RIV/47813059:19610/02:00000100

[B 37] *T. Kopf*, The semiclassical Einstein equations, in O. Semerák, J. Podolský and M. Žofka: Gravitation: Following the Prague Inspiration, A Volume in Celebration of the 60th Birthday of Jiří Bičák (2002) World Scientific, Singapore. RIV/47813059:19610/02:00000080

[B 38] *A. Sergyeyev and J.A. Sanders*, The complete set of generalized symmetries for the Calogero-Degasperis-Ibragimov-Shabat equation, Proc. 4th Int. Conf."Symmetry in Nonlinear Mathematical Physics", published in Proceedings of Institute of Mathematics of NAS of Ukraine, 2002, 43, Part 1, p.209–214. RIV/47813059: 19610/02:00000090

[B 39] *A. Sergyeyev*, On homogeneous symmetries for evolution systems with constraints, Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo, 2002, Serie II, No. 69, 219–231. RIV/47813059:19610/02:00000089

[B 40] *A. Sergyeyev*, Towards classification of conditionally integrable evolution systems in (1+1) dimensions, Fund. Prikl. Matematika, 10 (2004), no. 1, 243–253 (in Russian).

[B 41] *A. Sergyeyev*, The structure of cosymmetries and a simple proof of locality for hierarchies of symmetries of odd order evolution systems, Proc. Fifth Int. Conf. „Symmetry in Nonlinear Mathematical Physics“, published in Proc. of Institute of Mathematics of NASU, vol. 50, Part 1, 238–245, Institute of Mathematics of NASU, Kyiv, 2004.

C. Práce vzniklé v roce 2004, připravené nebo zaslané do tisku (výběr)

[C 1] *M. Čiklová*, Dynamical systems generated by functions with connected G-delta graph, Preprint Series in Math. Analysis MA 41 (2004), Mathematical Institute of the Silesian University in Opava. Real Analysis Exch., to appear. (USA) ISSN 0147-1937

[C 2] *Z. Kočan*, Triangular maps of the square, Preprint Series in Math. Analysis MA 48 (2004), Mathematical Institute of the Silesian University in Opava. Submitted for publication in a journal.

[C 3] *P. Kordulová*, An example of discontinuous solution for a quasilinear hyperbolic equation with hysteresis, Preprint Series in Math. Analysis MA 49 (2004), Mathematical Institute of the Silesian University in Opava. Submitted for publication in a journal.

[C 4] *J. Kupka*, Triangular maps with closed sets of periodic points, Preprint Series in Math. Analysis MA 43 (2004), Mathematical Institute of the Silesian University in Opava. Submitted for publication in a journal.

[C 5] *M. Málek* and R. Hric, Omega-limit sets and distributional chaos on graphs, Preprint Series in Math. Analysis MA 47 (2004), Mathematical Institute of the Silesian University in Opava. Submitted for publication in a journal.

[C 6] L. Paganoni and *J. Smítal*, Strange distributionally chaotic triangular maps, Preprint Series in Math. 6/2004 (2004), Institute di Mathematica, Universita degli Studi di Milano, Italy. Chaos, Solitons and Fractals, to appear. (UK) ISSN 0960-0779, **IF = 1.1**

[C 7] L. Reich, *J. Smítal* and *M. Štefánková*, The continuous solutions of a generalized Dhombres equation – the converse problem, Preprint Series in Math. Analysis MA 46 (2004), Mathematical Institute of the Silesian University in Opava. Submitted for publication in a journal.

[C 8] *J. Smítal* and T. H. Steele, Stability of dynamical structures under perturbation of the generating functions, Preprint Series in Math. Analysis MA 45 (2004), Mathematical Institute of the Silesian University in Opava. Submitted for publication in a journal.

[C 9] *H. Baran*, An unusual recursion operator for a generalized Hunter-Saxton equation, Preprint Series in Global Analysis GA 1/2005, Mathematical Institute of the Silesian University in Opava.

[C 10] *M. Marvan, V.A. Yumaguzhin, A.M. Vinogradov*, Scalar differential invariants of Monge-Ampere equations, Preprint Series in Global Analysis GA 6/2004, Mathematical Institute of the Silesian University in Opava.

[C 11] *T. Kopf, M. Paschke,* Spectral relativistic quantum mechanics, Preprint Series in Global Analysis GA 3/2005, Mathematical Institute of the Silesian University in Opava.

[C 12] *A. Sergyeyev*, Why nonlocal recursion operators produce local symmetries: new results and applications, Preprint nlin.SI/0410049 and Preprint Series in Global Analysis GA 1/2004, Mathematical Institute of the Silesian University in Opava.

[C 13] *A. Sergyeyev*, A strange recursion operator demystified, Preprint nlin.SI/0406032 (this is an extended version of Preprint Series in Global Analysis GA 2/2004, Mathematical Institute of the Silesian University in Opava).

D. Konference organizované k problematice výzkumného záměru (výběr)

[1] 42th International Symposium on Functional Equations, 20. - 27. 6. 2004, Opava. Vědecký výbor: J. Aczél (Waterloo, Kanada), J. Rätz (Bern, Švýcarsko), Z. Daróczy (Debrecen, Maďarsko), L. Reich (Graz, Rakousko),

A. Sklar (Chicago, USA). Organizační výbor: J. Smítal, J. Bähmová, M. Štefánková. Vědecký tajemník symposia: M. Štefánková. 67 účastníků ze 14 zemí (Polsko 28, Maďarsko 14, Rakousko 5, Italie 4, Kanada 3, USA 3, ČR. 2, Německo 2, Dánsko, Francie, Izrael, Omán, Španělsko, Švýcarsko)

[2] 8th Czech-Slovak Workshop on Discrete Dynamical Systems, Sep. 18 - 25, Praděd. Vědecký výbor: J. Smítal, F. Balibrea (Murcia, Španělsko), L. Block (Gainesville, Fla, USA), F. Hofbauer (Vídeň), Ľ. Snoha (B. Bystrica). Vědecký tajemník symposia: Z. Kočan, Organizační výbor: J. Böhmová, Z. Kočan. 25 účastníků (ČR 11, SR 5, Rakousko 2, Španělsko 2, USA 2, Japonsko, Německo, Polsko)

[3] Summer Symposium in Real Analysis XXVII, Opava, June 23–29, 2003. Organized by Mathematical Institute, Silesian University in Opava. 69 účastníků z 10 zemí (19 USA, 18 Polsko, 12 ČR, 5 Italie, 4 Kanada, 4 Maďarsko, 2 izrael, 2 Rusko, 2 Slovesko, 1 S. Irsko). Organizační výbor: J. Böhmová (předseda), P. Šindelářová, J. Šindlerová. Prezidenti symposia: P. Humke (St. Olaf Coll), J. Smítal (Opava). RIV/47813059: 19610/03:00000130

[4] 7th Czech-Slovak Workshop on Dynamical Systems, Praděd, Hotel Figura, Czech Republic, September 6 - 13, 2003. Organized by Mathematical Institute, Silesian University in Opava. 29 účastníků z 9 zemí (9 ČR, 5 USA, 4 Španělsko, 3 Slovensko, 2 Portugalsko, 2 Rakousko, 1 Francie, 1 Polsko, 1 V. Británie). Organizační výbor: J. Böhmová (předseda), Z. Kočan. Vědecký výbor: J.Smítal (Opava), J. Auslander (Maryland), F. Balibrea (Murcia), F. Blanchard (Marseille), L. Block (Gainesville, Florida), Ľ. Snoha (B. Bystrica) RIV/47813059:19610/03:00000129

[5] 6th Czech-Slovak Workshop on Dynamical Systems, Praděd, Hotel Figura, Czech Republic, June 9 - 16, 2002. Organized by Mathematical Institute, Silesian University in Opava. 21 účastníků z 6 zemí (8 ČR, 5 Španělsko, 4 Slovensko, 2 Rakousko, 1 Polsko, 1 Ukrajina). Organizační výbor: J. Böhmová (předseda), J. Kupka, M. Málek. Vědecký výbor: J.Smítal (Opava), J. Auslander (Maryland), F. Balibrea (Murcia), F. Hofbauer (Wien), Ľ. Snoha (B. Bystrica). RIV/47813059:19610/02:00000102

[6] 5th Czech-Slovak Workshop on Dynamical Systems, Praděd, Hotel Figura, Czech Republic, June 22 - 28, 2001. Organized by Mathematical Institute, Silesian University in Opava. 21 účastníků z 5 zemí (10 ČR, 5 Španělsko, 3 Slovensko, 2 Polsko, 1 Rakousko). Vědecký výbor: J.Smítal (Opava), Ll. Alsedá (Barcelona), F. Balibrea (Murcia), Ľ. Snoha (B. Bystrica). RIV/47813059:19610/01:00000075

[7] 8-th International Conference on Differential Geometry and its Applications, Opava, Czech Republic, Aug. 27–31, 2001. Organized by Mathematical Institute, Silesian University in Opava. 160 účastníků z 32 zemí. Org. výbor: D. Krupka, J. Bureš, J. Janyška, I. Kolář, O. Kowalski, O. Krupková, M. Marvan, J. Mikeš, J. Musilová, J. Novotný, J. Slovák a J. Vanžura. RIV/47813059:19610/01:00000074

[8] Variational Sequences and Bicomplexes, workshop, Opava, Czech Republic, Aug. 21–25, 2001. 19 účastníků z 5 zemí. Přednášející I. M. Anderson (USA), D. Krupka a A. Verbovetsky (Rusko). RIV/47813059: 19610/01:00000076.

E. Vystoupení na mezinárodních konferencích v roce 2004 (výběr)

[1] 32nd Winter School on Abstract Analysis - Section Topology, Doksy, 31. 1. - 7. 2. 2004.

M. Lampart - „ Li and Yorke chaos with respect to the cardinality of the scrambled sets“.
Z. Kočan - „Triangular maps of the square - the classification problem“.

[2] 3rd International Conference APLIMAT 2004, Slovak Technical University, Bratislava, 3. - 6. 2. 2004.

L. Čelechovská - „Mathematical models of BSP kinetics in the human liver“.
J. Melecký - „Model chování cen akcií“.

[3] International Symposium on Dynamical Systems Theory and Its Applications to Biology and Enviromental Sciences 13. - 17. 3. 2004, Hamamatsu (Japonsko).

P. Hasík - „Applications of weight functions in predator-prey systems: uniqueness of limit cycles“.

[4] 28th Summer Symposium on Real Analysis, 8. - 13. 6. 2004, Slippery Rock University of Pennsylvania, USA.

J. Smítal - „10 years of distributional chaos“.

[5] 42th International Symposium on Functional Equations, 20. - 27. 6. 2004, Opava.

J. Smítal - „The continuous solutions of a generalized Dhombres functional equation“.

[6] XI Internat. Conf. Symmetry Methods in Physics, 21. – 24. 6. 2004, Praha.

M. Marvan - „Reducibility of zero curvature representations“

[7] Hyke Workshop, 3. 7. 2004, Stockholm, Švédsko.

J. Kopfová - „Entropy condition for a quasilinear hyperbolic equation with hysteresis“.

[8] Non-commutative Geometry and Representation Theory in Mathematical Physics, July 5-10, 2004, Karlstad, Švédsko.

A. Haková - „Butcher series for evolutions on Clifford algebras“.
T. Kopf - „Relativistic quantum mechanics“

[9] Current Geometry, 17. – 19. 7. 2004, Santo Stefano del Sole, Itálie.

M. Marvan - „Reducibility of zero curvature representations, application to recursion operators “.

[10] Europen Conference on Iteration Theory - ECIT 2004, 29. 8. - 4. 9. 2004, Batschuns, Austria.

Z. Kočan - „Triangular maps of the square“.
J. Kupka (student) - „Classification of the triangular maps with closed set of periodic points“.
M. Lampart (student) - „Extreme chaos, transitivity and recurrence“.
J. Smítal - „Stability of dynamical structures under perturbation of the generating function“.

[12] Dissipative Models in Phase Transitions, 5. - 11. 9. 2004, Corona, Italie.

J. Kopfová - „Entropy condition for a quasilinear hyperbolic equation with hysteresis“.

[13] 8th Czech-Slovak Workshop on Discrete Dynamical Systems, 18. - 25. 9. 2004, Praděd.

M. Čiklová (studentka) - „Dynamical systems generated by functions with connected G-delta graphs“.
Z. Kočan - „Triangular maps of the square“.
J. Kupka (student) - „Triangular maps with closed set of periodic points“.
M. Lampart (student) - „Extreme chaos, transitivity and recurrence“.
M. Málek - „Omega-limit sets and chaos on graphs“.
J. Smítal - „Stability of dynamical structures under small perturbations of generating functions“.

[14] Workshop on Noncommutative Manifolds, Trieste, 18. - 22. 10. 2004.

A. Haková (studentka) – „Butcher series for evolutions on Clifford algebras“ (poster).
J. Kotůlek (student) – „Scalar quantum mechanics in counterexamples“ (poster).

[15] CMS Winter 2004 Meeting, Montreal, Canada, December 11-13, 2004.

R. Otáhalová (studentka) - „The simplest subspace of generators of matrix algebras“.

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	961	2.432	VS96003, GAČR 201/98/0853, 201/97/0001
2000	1.506	2.519	VS96003, GAČR 201/00/0724, 201/00/0859
2001	3.647	836	GAČR 201/00/0724, 201/00/0859, 201/01/P134
2002	3.881	728	GAČR 201/00/0724, 201/00/0859, 201/01/P134, 201/02/P040
2003	4.179	962	GAČR 201/03/1153, 201/03/0512, 201/01/P134, 201/02/P040, 201/03/H152
2004	4.180	1.551	GAČR 201/03/1153, 201/02/P040, 201/03/H152, 201/04/0538

V kolonce „institucionální podpora ze státního rozpočtu“ jsou uvedeny pouze dotace, které poskytlo MŠMT na řešení výzkumného záměru v uvedených letech. Abychom dosáhli stanovených cílů výzkumného záměru, byly použity také jiné zdroje Matematického ústavu v Opavě. Kromě dotace na vzdělávací činnost, dotace na nespecifikovaný výzkum, resp. na specifický výzkum přispěly k realizaci cílů výzkumného záměru také prostředky přidělené na projekt Posílení výzkumu na vysokých školách VS96003 a na projekty Grantové agentury ČR.

5. Čerpání finančních prostředků v roce 2004

Popište alokaci finančních prostředků (odděleně prostředky z institucionální podpory ze státního rozpočtu a z jiných zdrojů) – např. mzdové náklady, provozní náklady, nákup služeb, náklady na pořízení drobného, resp. dlouhodobého hmotného majetku, náklady na cestovné, režijní náklady apod. – a jejich čerpání stručně věcně odůvodněte.

V roce 2004 poskytlo MŠMT na řešení výzkumného záměru neinvestiční dotaci ve výši 4.180 tis. Kč. Tato částka byla čerpána následovně:

spotřeba materiálu (238 tis. Kč) – kancelářský materiál (kancelářské potřeby, tonery, zálohovací pásky a baterie do počítače) – 63 tis. Kč, zahraniční odborná literatura (Differential Geometry and its Applications, Journal of Geometry and Physics, Journal of Mathematical Physics, Letters in Mathematical Physics, Fundamenta Mathematicae, Asterisque) – 175 tis. Kč,

cestovní náklady, úhrady za pobyt zahraničního pracovníka, cestovní pojištění, konferenční poplatky (101 tis. Kč) - tato částka představuje náklady řešitelů výzkumného záměru za účasti na tuzemských a zahraničních konferencích a náklady za pobyt zahraničních odborníků,

služby (539 tis. Kč) – drobný nehmotný majetek (software a jeho zhodnocení) – 54 tis. Kč, knihařské práce – 6 tis. Kč, příspěvek na provozní náklady MÚ – 479 tis. Kč,

osobní náklady (3.272 tis. Kč) – mzdové náklady (vč. dohod o provedení práce) – 2.431 tis. Kč, zákonné sociální a zdravotní pojištění – 841 tis. Kč,

ostatní náklady (30 tis. Kč) – kurzové ztráty – 7 tis. Kč, zákonné pojištění odpovědnosti – 9 tis. Kč, bankovní poplatky – 2 tis. Kč, přístup do elektronických verzí časopisů – 12 tis. Kč.

6. Příloha: Přehled akademických pracovníků, kteří se podíleli na řešení výzkumného záměru v letech 2000 - 2004 s uvedením výše jejich podílu

a) Pracovníci, kteří v projektu působili celou dobu 2000 - 2004

RNDr. Karel Hasík, Ph.D. -	2/3 úvazek
Doc. RNDr. Lubomír Klapka, CSc. -	2/3 úvazek 2000 - 2002, 1/2 úvazek od 2003
Doc. RNDr. Michal Marvan, CSc.. -	2/3 úvazek

RNDr. RNDr. Artur Sergyeyev, Ph.D. - 2/3 úvazek

Prof. RNDr. Jaroslav Smítal, DrSc.. - 2/3 úvazek

Doc. RNDr. Kristína Smítalová, CSc. - 2/3 úvazek 2000 - 2001, 1/3 úvazek od 2002

RNDr. Oldřich Stolín, Ph.D. - 2/3 úvazek 2000 - 2002, 1/2 úvazek od 2003

Doc. RNDr. Marta Štefánková, Ph.D. - 2/3 úvazek

b) Ostatní akademičtí pracovníci kteří se podíleli nebo podílejí na řešení projektu

*RNDr. Zdeněk Kočan, Ph.D. - 1/2 úvazek 2003 - 2004

Doc. RNDr. Tomáš Kopf, Ph.D. - 2/3 úvazek 2001 - 2004

RNDr. Jana Kopfová, Ph.D. - 2/3 úvazek 2001 - 2004

*RNDr. Lenka Kozáková, Ph.D. - 90% úvazek v roce 2004

Prof. RNDr. Demeter Krupka, DrSc. - 2/3 úvazek 2000 - 2002

RNDr. Michal Krupka, Ph.D. - 2/3 úvazek v roce 2000

Doc. RNDr. Olga Krupková, DrSc.. - 2/3 úvazek 2000 - 2002

*RNDr. Michal Málek, Ph.D. - 90% úvazek v roce 2004

Doc.. RNDr. Jana Musilová, CSc.. - 1/5 úvazek 2000 - 2002

Doc. RNDr. Alexandr Vondra, CSc. - 1/3 úvazek 2000 - 2002

Valery Yamaguzhin, CSc. - 100% úvazek v roce 2004

c) Studenti, kteří se podíleli nebo podílejí na řešení projektu

Vedle K. Hasíka, Z. Kočana, L. Kozákové a M. Málka (jsou označení * v předcházejícím seznamu) nutno uvést alespoň tyto bývalé a současné studenty Matematického ústavu v Opavě: RNDr. David Pokluda, Ph.D., Mgr. Jiří Kupka, Ph.D., RNDr. Jana Kašparová, Ph.D., RNDr. Lenka Lakomá, Ph.D., RNDr. Dana Smetanová, Ph.D., RNDr. Jana Šeděnková, Ph.D., RNDr. Petr Volný, Ph.D., Michaela Čiklová, Mgr. Hynak Baran, RNDr. Gabriela Dvorníková, RNDr. Alžběta Haková, Mgr. Petra Kordulová, RNDr. Jan Kotůlek, RNDr. Marek Lampart, Ing. Jan Melecký, Mgr. Renáta Otáhalová, Mgr. Milan Pobořil, RNDr. Petra Šindelářová.