



Centrum Fizyki Teoretycznej
Polskiej Akademii Nauk

02-668 Warszawa, Al. Lotników 32/46

REGON 000844815

tel: (+48 22) 847 09 20, tel/fax: (+48 22) 843 13 69

email: cft@cft.edu.pl

www.cft.edu.pl

**SPRAWOZDANIE Z DZIAŁALNOŚCI
NAUKOWEJ
CENTRUM FIZYKI TEORETYCZNEJ PAN
w 2014 roku**

W 2014 roku Centrum Fizyki Teoretycznej PAN prowadziło działalność naukową w ramach następujących tematów statutowych:

Temat 1. Badanie aspektów matematycznych i kosmologicznych ewolucji pól grawitacyjnych

Temat 2. Mechanika kwantowa układów nieliniowych i złożonych

Temat 3. Fizyczne podstawy przetwarzania informacji

Temat 4. Termodynamika i dynamika mezoskopowych układów kwantowych

Temat 5. Zastosowanie metod klasycznej i kwantowej teorii rozpraszania do badania struktury obiektów fizycznych

Temat 6. Badania zjawisk kosmicznych w różnych skalach czasowych

Temat 7. Geometria maksymalnie niecałkowalnych dystrybucji wektorowych na rozmaitościach

Temat 8. Astrofizyka wysokich energii

Temat 9. Nauka a Społeczeństwo

Temat 10. Optoelektronika i automatyka w badaniach nad kontrolą i regulacją zachowań metodami neuroinżynierii.

Działalność naukowa pracowników Centrum w 2014 roku realizowana była głównie w ramach działalności statutowej i 17 projektów badawczych krajowych finansowanych przez NCN i MNiSW oraz 4 zagranicznych projektów badawczych. Centrum jest m.in. członkiem konsorcjum QOLAPS realizującego ERC Advanced Grant „*Quantum resources: conceptuals and applications*” . Projekt, którego liderem jest prof. R. Horodecki z Uniwersytetu Gdańskiego realizuje w Centrum prof. M. Kuś. Ponadto, prof. K. Rzażewski jest głównym wykonawcą projektu badawczego DFG , umiejscowionego na Uniwersytecie w Stuttgarcie. Dr M. Korzyński zakończył w 2014 roku realizację projektu "The role of small-scale inhomogeneities in general relativity and cosmology" finansowanego przez Fundację na Rzecz Nauki Polskiej w ramach programu HOMING PLUS. Projekt realizowany był we współpracy z prof. Anderssonem z Instytutu Maxa Plancka Fizyki Grawitacji w Poczdamie. Prof. M. Kuś jest głównym wykonawcą projektu *Intrinsic Randomness in the Quantum World* , finansowanego przez John Templeton Foundation. W 2014 roku pan Tomasz Maciążek uzyskał Diamentowy Grant MNiSW, Oprócz tego pracownicy Centrum są wykonawcami 10 projektów badawczych, w tym międzynarodowych, koordynowanych przez inne instytucje naukowe.

Rok 2014 był trzecim z rzędu rokiem rozwoju potencjału naukowego Centrum. Korzystając ze środków pochodzących z dotacji na utrzymanie potencjału badawczego oraz z grantów Centrum zatrudniło w otwartych konkursach kolejnych pracowników naukowych, adiunktów i asystentów. W 2014 roku Centrum zatrudniało w przeliczeniu na pełne etaty średniorocznie 31 pracowników, w tym 27 pracowników naukowych.

W 2014 roku pracownicy Centrum opublikowali 38 prac naukowych w recenzowanych czasopismach, w tym 26 prac w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej, a wśród nich 11 artykułów w **Physical Review** i 1 w **Physical Review Letters**. Pracownicy Centrum opublikowali także rozdział w monografii Copernicus Center Press oraz 21 publikacji o charakterze popularnonaukowym i społecznym. W 2014 roku pracownicy Centrum wygłosili 43 wykłady na krajowych i międzynarodowych konferencjach i seminariach naukowych.

Od 2014 roku CFT PAN ma własny kanał na YouTube, na którym publikowane są nagrania seminariów i wykładów. 77 filmów odsłonięto do tej pory ponad 18 tysięcy razy.

W roku wyborów samorządowych i związanych z nimi kontrowersji szerokim echem odbiła się w Polsce publikacja książki „Każdy głos się liczy! Wędrówka przez krainę wyborów”, ISBN 9788376662831, Wydawnictwo Sejmowe, której współautorami są profesorowie Rzążewski i Życzkowski.

Współpraca z zagranicznymi instytutami naukowymi odgrywa w Centrum znaczącą rolę. W 2014 roku ukazało się drukiem w międzynarodowych czasopismach naukowych 8 prac naukowych pracowników Centrum, zrealizowanych wspólnie z uczonymi z zagranicznych placówek naukowych. W ramach realizacji współpracy z zagranicą w 2014 r. pracownicy Centrum wyjechali na **61** krótkich zagranicznych pobytów naukowych. W 2014 roku Centrum odwiedziło **14** gości zagranicznych. W 2014 roku Centrum było współorganizatorem siedmiu międzynarodowych konferencji naukowych: *“The 5th LFPPI Symposium on Progress in Quantum Cryptography “seQre2014”*, Wrocław, *“V Jubilee Symposium of National Quantum Information Center in Gdańsk”* Sopot, *“Geometry of projective structures and differential equations”* Warszawa, *“Vector Distributions and Related Geometries”* Warszawa, *1st Conference of Polish Society on Relativity”* Spała, *„Random Matrices & Applications “* Kraków, *„Quantum Technologies Conference V”* Kraków.

W 2014 roku **prof. K. Rzążewski** otrzymał doktorat honoris causa Uniwersytetu w Stuttgarcie a **prof. I. Birula-Białynicki** otrzymał nagrodę Fundacji Nauki Polskiej, zwaną „Polskim Noblem”. W 2014 roku **prof. K. Rzążewski** odebrał Nagrodę Galileusza przyznaną za „scientific contributions to the area of theoretical quantum optics, ultracold atomic gases and theory of intense laser-matter interactions as well as to the creation of Polish quantum optics school under difficult political circumstances.”

Artykuł dr M. Korzyńskiego, „Backreaction and continuum limit in a closed universe filled with black holes”, *Class. Quantum Grav.* **31** 085002 (2014) został wyróżniony przez redakcję *Classical and Quantum Gravity* jako „highlight” z lat 2013-2014 w dziedzinie kosmologii.

W 2014 roku kontynuowano w Centrum nabór na 1-3 miesięczne staże naukowe dla uzdolnionych studentów kierunków ścisłych.

W 2014 roku spora **grupa młodych fizyków (11 asystentów)** pracowała w Centrum nad rozprawami doktorskimi. W 2014 roku doktoraty obronili dwaj pracownicy Centrum, dr T. Górski i dr M. Oszmaniec a dr A. Sawicki uzyskał drugi doktorat, z matematyki, na Wydziale Matematyki Uniwersytetu w Bristolu.

W 2014 roku w Centrum urodziło się dwoje dzieci.

Zakupów najbardziej potrzebnych książek do biblioteki podręcznej Centrum dokonuje się najczęściej ze środków zdobytych w ramach projektów badawczych. Począwszy od 2012 roku CFT zrezygnowało z tradycyjnej prenumeraty czasopism w wersji papierowej. Dostęp przez internet do dużych baz czasopism naukowych w wersji elektronicznej zapewniony był dzięki uczestnictwie Centrum w **konsorcjach**, a także dzięki ogólnopolskiej **Wirtualnej Bibliotece Nauki** finansowanej od 2010 roku przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Lista **czasopism zagranicznych** dostępnych dla pracowników Centrum w wersji elektronicznej w 2014 roku w ramach umowy konsorcyjnej obejmującej American Physical Society and American Institute of Physics zawierała **21** tytułów. Centrum posiada lokalną **sieć komputerową** i dostęp do **internetu**, co znakomicie ułatwia pracę naukową. Baza komputerowa jest systematycznie odnawiana i unowocześniana.

Centrum jest członkiem Krajowego Centrum Informatyki Kwantowej w Gdańsku. Oprócz CFT PAN, KCIK tworzą Politechnika Gdańska, Uniwersytet Gdański, Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu, Uniwersytet Jagielloński, Uniwersytet Łódzki, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu i Uniwersytet Wrocławski.

Pracownicy CFT PAN są członkami wielu rad naukowych, komitetów i innych organizacji naukowych. Na przykład, **Prof. Marek Kuś** jest członkiem Rad Naukowych Instytutu Fizyki PAN, Instytutu Studiów Społecznych UW, Instytutu Fizyki Teoretycznej UW, przewodniczącym Rady Naukowej Krajowego Centrum Informatyki Kwantowej w Gdańsku, redaktorem **International Journal of Quantum Information** oraz członkiem komitetu redakcyjnego czasopism **Reports on Mathematical Physics**, **Journal of Physics B** oraz **Open Systems and Information Dynamics**. **Karol Życzkowski** jest członkiem komitetu redakcyjnego **Open Systems and Information Dynamics**. **Prof. Kazimierz Rządewski** jest członkiem Rady Naukowej KL FAMO, przewodniczącym Rady Naukowej Centrum Inżynierii Kwantowej Atomów i Światła oraz jest członkiem (fellow) Amerykańskiego Towarzystwa Fizycznego (APS) i Brytyjskiego Towarzystwa Fizycznego (IOP). **Prof. Lech Mankiewicz** jest członkiem Rady Programowej Festiwalu Nauki i członkiem Zespołu ds. Strategii przy MEN. W sumie, pracownicy Centrum uczestniczą w pracach 40 Rad Naukowych, Komitetów Redakcyjnych i Zespołów eksperckich.

Pracownicy Centrum, będący członkami zewnętrznych Rad Naukowych, Rad Wydziału, Komitetów Redakcyjnych zagranicznych i krajowych czasopism naukowych i popularnonaukowych oraz innych ciał eksperckich w 2014 roku

Lp.	Imię i nazwisko	Rada Naukowa, Komitet Redakcyjny, ciało eksperckie
1	prof. dr hab. Iwo Białynicki-Birula	Rada Naukowa Instytutu Fizyki Teoretycznej UW
2	prof. dr hab. Iwo Białynicki-Birula	Członek Zespołu Doradców, Journal of Physics A
3	prof. dr hab. Mariusz Gajda	Rada Naukowa KL FAMO
4	prof. dr hab. Mariusz Gajda	Rada Naukowa IF PAN
5	dr hab. A. Janiuk	Rada redakcyjna miesięcznika Delta
6	prof. dr. hab Jerzy Kijowski	Rada Naukowa Instytutu Matematycznego PAN
7	prof. dr. hab Jerzy Kijowski	Komitet redakcyjny Journal of Geometry and Physics
8	prof. dr. hab Jerzy Kijowski	Komitet redakcyjny Reports on Mathematical Physics
9	prof. dr. hab Jerzy Kijowski	Komitet redakcyjny Acta Physica Polonica A
10	prof. dr hab Marek Kuś	Komitet redakcyjny Reports on Mathematical Physics
11	prof. dr hab Marek Kuś	Komitet redakcyjny Open Systems and Information Dynamics
12	prof. dr hab Marek Kuś	Komitet redakcyjny Journal of Physics B
13	prof. dr hab Marek Kuś	Komitet redakcyjny International Journal of Quantum Information
14	prof. dr hab Marek Kuś	Rada Naukowa Krajowego Centrum Informatyki Kwantowej w Gdańsku (przewodniczący)
15	prof. dr hab Marek Kuś	Rada Naukowa Instytutu Fizyki Polskiej Akademii Nauk
16	prof. dr hab Marek Kuś	Rada Naukowa Instytutu Studiów Społecznych Uniwersytetu Warszawskiego
17	prof. dr hab Marek Kuś	Rada Naukowa Instytutu Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Warszawskiego
18	prof. dr hab Marek Kuś	Interdyscyplinarny zespół d/s współpracy z zagranicą MNiSW
19	dr hab. Lech Mankiewicz	Rada Naukowa Centrum Astronomicznego PAN im. Mikołaja Kopernika
20	dr hab. Lech Mankiewicz	Rada Naukowa Krajowego Centrum Informatyki Kwantowej w Gdańsku

21	dr hab. Lech Mankiewicz	Rada Programowa Festiwalu Nauki
22	dr hab. Lech Mankiewicz	Zespół ekspertów ds. strategii przy Ministrze Edukacji Narodowej
23	prof. dr hab. Paweł Nurowski	Stały członek Międzynarodowego Komitetu Koordynującego cykliczne konferencje `Marcel Grossman Meeting'
24	prof. dr hab. Kazimierz Rzążewski	Międzynarodowy Komitet Doradczy redakcji Journal of Physics B
25	prof. dr hab. Kazimierz Rzążewski	Rada Naukowa KL FAMO
26	prof. dr hab. Kazimierz Rzążewski	Panel Starting ERC Grants
27	prof. dr hab. Łukasz A. Turski	Rada Centrum im. Adama Smitha
28	prof. dr hab. Łukasz A. Turski	Rada Programowa Centrum Nauki Kopernik (przewodniczący)
29	prof. dr hab. Łukasz A. Turski	Rada Programowa i Komitet Honorowy Pikniku Naukowego (przewodniczący)
30	prof. dr hab. Łukasz A. Turski	Rada Strategiczna Warszawskiego ThinkTanku
31	prof. dr hab. Łukasz A. Turski	Komitet Doradczy Fundacji Cała Polska Czyta Dzieciom
32	prof. dr hab. Łukasz A. Turski	Komitet doradczy IUPAP Statphys2016 w Lyonie
33	prof. dr hab. Łukasz A. Turski	Przewodniczący Rady Naukowej Projektu „Opracowanie i pilotaż aktywnych metod pracy nauczyciela z uczniem opartych na metodzie badawczej” w ramach Narodowej Strategii Spójności Kapitał Ludzki realizowanego przez CNK (2013-2015)
34	prof. dr hab. Łukasz A. Turski	Kapituła Klubu Polska 2025+ Związku Banków Polskich
35	prof. dr hab. Karol Życzkowski	Rada Naukowa Wydziału Fizyki UJ
36	prof. dr hab. Karol Życzkowski	Rada Naukowa Krajowego Centrum Informatyki Kwantowej w Gdańsku
37	prof. dr hab. Karol Życzkowski	Rada Naukowa CFT PAN
38	prof. dr hab. Karol Życzkowski	Rada Naukowa Instytutu Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN w Gliwicach
39	prof. dr hab. Karol Życzkowski	Rada Naukowa Centrum Badań Ilościowych nad Polityką UJ
40	prof. dr hab. Karol Życzkowski	Komitet redakcyjny Open Systems and Information Dynamics

Naukowi pracownicy Centrum brali żywy udział w **popularyzacji wiedzy fizycznej**. Sporo informacji o dotychczasowych inicjatywach edukacyjnych i popularyzacyjnych Centrum znajduje się na stronie internetowej <http://www.cft.edu.pl/edu/> .

W ramach **XVI Festiwalu Nauki** w Warszawie pracownicy CFT PAN zorganizowali 21 września 2014 r. sesję naukową pt. „Fizyk na czasie”.

Dr hab. Lech Mankiewicz jest krajowym koordynatorem programu „Wszechświat – własnymi rękami”, redaktorem portalu EUHOU - PL <http://www.pl.euhou.net> , koordynatorem Społecznościowego Projektu Naukowego „Zooniverse” w Polsce. W 2014 roku dzięki staraniom CFT PAN udostępniono w języku polskim następujące społecznościowe projekty naukowe: Galaxy Zoo, Disk Detective, Radio Galaxy Zoo, Plankton Portal, Milky Way Project, Planet Four, Sunspotter, Cyclone Center, AsteroidZoo , Floating Forest oraz Condor Watch. Dr hab. Lech Mankiewicz jest także koordynatorem lokalizacji zasobów KhanAcademy w języku polskim. Dzięki środkom uzyskanym z Fundacji PKO BP a także pracy ochotników polskie zasoby Khan Academy stanowią prawie 2000 filmów z różnych dziedzin wiedzy oraz 40% portalu poświęconego matematyce. Do najlepszych materiałów należą filmy z biologii, chemii i fizyki a także interaktywne materiały dotyczące programowania.

Pracownicy naukowcy Centrum występowali publicznie w mediach, udzielali wywiadów w prasie, radio i telewizji (więcej informacji na stronie internetowej Centrum <http://www.cft.edu.pl/media.php>). Na szczególną uwagę zasługuje działalność **prof. Łukasza A. Turskiego**, Większość wystąpień **prof. Turskiego** wraz z odnośnikami znajduje się na stronie web.me.com/lukaszturski .Prof. Turski opublikował 12 felietonów popularno-naukowych na portalu Project-Syndicate.pl.

Profesor Turski, jako przewodniczący Komitetu Naukowego współorganizował **18 Piknik Naukowy Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik** w dniu 31.05.2015 r. na Stadionie Narodowym w Warszawie, największą tego typu imprezę naukową w Europie. W Pikniku wzięło udział 215 instytucji z 21 krajów świata, które w swoich namiotach przeprowadziły ponad 1000 pokazów i eksperymentów. **Prof. Łukasz A. Turski** przewodniczy Radzie Programowej warszawskiego eksploratorium **Centrum Nauki „Kopernik”**.

Dr hab. Lech Mankiewicz opublikował serię artykułów dotyczących przykładów innowacji społecznej i ekonomicznej na portalu InnPoland, <http://lechmankiewicz.innpoland.pl/>

Omówienie najważniejszych wyników naukowych

1. W wyniku realizacji zadania statutowego „**Badania aspektów kosmologicznych i grawitacyjnych ewolucji pól kwantowych**” pokazano, że tzw. "transwersalna" zasada wariacyjna w ogólnej teorii względności prowadzi prosto do energii zawartej w obszarze V jako obiektu czysto "brzegowego", takiego jak ładunek elektryczny w elektrodynamice, który można obliczać całkując pole po brzegu tego obszaru. Pokazano również, że warunek zgodności struktury sfery S^2 (będącej przestrzenią fazową dla momentu pędu) z jej nakryciem symplektomorficznym standardową przestrzenią fazową R^2 prowadzi do prawidłowych reguł kwantyzacji spinu.
2. W wyniku realizacji zadania statutowego „**Mechanika kwantowa układów nieliniowych i złożonych**” zbadano warunki rozwiązalności dla układów kwantowych, dla których stacjonarne równanie Schrödingera zapisano w reprezentacji Bargmanna. Taka reprezentacja jest bardzo wygodna do opisu różnorodnych układów optyki kwantowej i pozwala wykorzystać analityczną teorię równań różniczkowych do otrzymania warunków kwantyzacji. Opracowano efektywne metody algebraiczne do badania podziału przestrzeni stanów (odpowiednich przestrzeni Hilberta) na inwariantne względem dynamiki podprzestrzenie (poprzez "efektywne metody" są tu rozumiane procedury, które pozwalają w skończonej liczbie kroków sprawdzić określoną własność algebraiczną - np. tzw. kryterium Shemesha pozwala sprawdzić czy dwie macierze mają wspólny wektor własny, chociaż nie potrafimy wyznaczyć tych wektorów). Głównymi wynikami uzyskanymi dotychczas są uogólnienia kryteriów Shemesha na wielowymiarowe podprzestrzenie, co pozwala na analizę warunków rozwarstwiania kwantowej przestrzeni stanów na podprzestrzenie niezmiennicze
3. W wyniku realizacji zadania statutowego „**Fizyczne podstawy przetwarzania informacji**” udowodniono klasę silnych entropowych relacji nieoznaczoności. Otrzymany wynik jest ciekawy z punktu widzenia podstaw mechaniki kwantowej oraz możliwych zastosowań w przetwarzaniu informacji kwantowej oraz konstrukcji schematów pamięci kwantowych.
4. W wyniku realizacji zadania statutowego „**Termodynamika i dynamika mezoskopowych układów kwantowych**” wysunięto hipotezę że w doświadczeniach ze wzbudzeniem pojedynczych atomów Rydberga w

kondensacie, przy dobrej kontroli warunków doświadczalnych, można będzie "sfotografować" kwadrat funkcji falowej wysoko wzbudzonego stanu.

5. W wyniku realizacji zadania statutowego **“Zastosowanie metod klasycznej i kwantowej teorii rozpraszania do badania struktury obiektów fizycznych”** wyznaczono wpływ pola magnetycznego na obserwowaną temperaturę promieniowania CMB. Wpływ ten występuje dzięki sprzężeniu promieniowania elektromagnetycznego z polem magnetycznym w wyniku oddziaływania z parami elektron-pozyton wypełniającymi próżnię elektrodynamiki kwantowej. Uzyskano dokładne wyniki liczbowe określające nie tylko zależność od pola magnetycznego nie tylko obserwowanej temperatury, ale także polaryzacji i rozkładu kąтового promieniowania.
6. W wyniku realizacji zadania statutowego **“Geometria maksymalnie niecałkowalnych dystrybucji wektorowych na rozmaitościach”** opisano pięciowymiarową przestrzeń twistorów związaną z dowolną czterowymiarową rozmaitością pseudo-riemannowską o sygnaturze neutralnej. Na przestrzeni tej wprowadzono naturalną strukturę konforemną oraz naturalną dystrybucję wektorową rzędu 2. Konstrukcję tę zastosowano do badania geometrii układu dwóch powierzchni toczących się po sobie bez poślizgu i wzajemnego obrotu. Znalaziono nowe, nieoczekiwane przykłady par powierzchni, dla których przestrzeń twistorów ma maksymalną grupę symetrii izomorficzną wyjątkowej prostej grupie G_2 .
7. W wyniku realizacji zadania statutowego **„Astrofizyka wysokich energii”** Przeprowadzono zaawansowane obliczenia numeryczne prezentujące konsystentny fizycznie model przepływu akrecyjnego w otoczeniu czarnej dziury, w którym część grawitacyjnie dyssypowanej energii jest zużywana do przyspieszenia cząstek z powierzchniowych warstw dysku akrecyjnego do prędkości przekraczających prędkość ucieczki, czyli tzw. wiatru. Obecność tego wiatru została zweryfikowana obserwacyjnie. Bezpośrednio, widoczny jest on w danych spektroskopowych poprzez obecność struktur absorpcyjnych.
8. W wyniku realizacji zadania statutowego „Badanie zjawisk kosmicznych w różnych skalach czasowych” zaobserwowano poświatę optyczną stowarzyszoną z rozbłyskiem rentgenowskim pochodzącym od czerwonego karła w układzie podwójnym DGCV. Obserwacje wykonane jednocześnie przez satelitę Swift, teleskopy sieci Bootes oraz Pi of the Sky pozwoliły na szczegółową rejestrację rozbłysku w różnych zakresach widma. Obserwacje wykluczają standardowy mechanizm rozbłysku i sugerują istnienie w układzie trzeciej gwiazdy,

najprawdopodobniej białego karła. Praca, napisana wspólnie z zespołem sieci Bootes została wysłana do publikacji w Science.

Opis merytoryczny realizowanych prac wg planu zadaniowo-finansowego

ZADANIE BADAWCZE Nr 1. Badania aspektów kosmologicznych i grawitacyjnych ewolucji pól kwantowych

Cel badania

Badania mają charakter podstawowy. Dotyczą fundamentalnych własności pola grawitacyjnego, którego ewolucję opisują równania Einsteina. Stanowią one wysoce nieliniowy układ cząstkowych równań różniczkowych. Struktura zagadnienia początkowego, charakterystyczna dla równań hiperbolicznych, jest tutaj bardzo nietypowa, bowiem jednoznaczność rozwiązania uzyskuje się jedynie z dokładnością do dowolnych transformacji czasoprzestrzeni. W sformułowaniu Hamiltonowskim, ewolucja pola jest generowana przez tzw. kwazi-lokalną energię grawitacyjną, której wiele aspektów matematycznych pozostaje dotychczas bardzo zagadkowych. W szczególności wielkość ta nie może być addytywna: energia (masa) zawarta w sumie obszarów A i B nie może być równa sumie energii EA oraz EB, zawartych oddzielnie w obu tych obszarach, bowiem musi ona być pomniejszona o energię oddziaływania (przyciągania grawitacyjnego) między tymi dwiema energiami (masami). Zjawisko to – niewystępujące w innych teoriach pola z cechowaniem – wymaga użycia zupełnie nowych, oryginalnych metod do opisu ewolucji pola, używających m.in. pojęcia "sztywnych sfer" wprowadzonego ostatnio w jednej z naszych prac. Będziemy stosowali również nowe sposoby ustalania cechowania grawitacyjnego, zaproponowane niedawno w naszych pracach oraz metody uśredniania pola, prowadzące do wielkoskalowych, efektywnych modeli oddziaływań grawitacyjnych. Metody te będziemy testować również w skali kosmologicznej, badając przy ich pomocy efektywność opisu ewolucji rozmaitych modeli Wszechświata.

Opis realizowanych prac

Prowadzono badania dynamiki pola grawitacyjnego, w trakcie których odkryliśmy nowe zmienne dynamiczne, dobrze dostosowane do nietypowych własności tego pola. Pędy kanonicznie sprzężone do metryki przestrzennej różnią się w tym opisie od standardowych "pędów A.D.M." o pełną dywergencję. Tak poprawione pędy wyrażają się w języku metryki jedynie przy pomocy tzw. "pochodnych transwersalnych", co umożliwia prostą dyskretyzację równań pola. Po takiej dyskretyzacji równaniami Einsteina odpowiadają równania różnicowe na (hiper-)kubicznej sieci czasoprzestrzennej. Wiążemy bardzo duże nadzieje z tym opisem, który może mieć zastosowanie zarówno w tzw. "grawitacji numerycznej", jako nowy sposób konstrukcji efektywnych przybliżeń teorii, jak również w "grawitacji kwantowej", gdzie stanowi konkurencyjną względem używanych obecnie metod kodowania grawitacyjnych stopni swobody w przybliżeniu sieciowym. W szczególności mamy nadzieję, iż doprowadzi ono do zadowalającej metody opisu więzów w kwantowej grawitacji, co jest obecnie największą trudnością tej teorii. Najważniejszym jak dotychczas wynikiem naszych badań jest wzór na energię grawitacyjną jako "ładunek grawitacyjny", którego zachowanie wynika z mechanizmów zupełnie analogicznych do tych, które znamy z

elektrodynamiki. Warto podkreślić, że wiele z powyższych idei było żywych od dawien dawna w badaniach relatywistycznych (na przykład idea "quasi-lokalnej" masy, intensywnie eksploatowana przez R. Penrose'a), jednak nigdy nie doczekało się adekwatnej implementacji. Wyniki te będą tematem rozprawy doktorskiej mgr. Katarzyny Senger. Warto też dodać, że ten sposób myślenia o kwantowej grawitacji został niedawno dostrzeżony i zyskał uznanie wśród badaczy nadających ton badaniom w tej dziedzinie nauki (patrz T. Thiemann - arXiv:1411.3590, 2014).

Poza tym badano możliwość geometrycznej konstrukcji tzw. Funkcji Wignera dla układów o zwartej przestrzeni fazowej, jak np. „kwantowy qubit”. W badaniach tych uczestniczył m.in. stażysta z Uniwersytetu Warszawskiego, mgr. Piotr Waluk, który został zatrudniony w CFT z początkiem bieżącego roku. Okazało się, że procedura kwantowania momentu pędu oparta na tzw. "polaryzacjach rzeczywistych" prowadzi do bardzo ciekawych wyników. Prace są w toku.

Opis najważniejszych osiągnięć

Najważniejszym osiągnięciem było pokazanie, że tzw. "transwersalna" zasada wariacyjna w ogólnej teorii względności prowadzi prosto do energii zawartej w obszarze V jako obiektu czysto "brzegowego", takiego jak ładunek elektryczny w elektrodynamice, który można obliczać całkując pole po brzegu tego obszaru. Pokazano również, że warunek zgodności struktury sfery S^2 (będącej przestrzenią fazową dla momentu pędu) z jej nakryciem symplektomorficznym standardową przestrzenią fazową R^2 prowadzi do prawidłowych reguł kwantyzacji spinu.

Wykorzystanie uzyskanych wyników

Wyniki badań są zawarte w przygotowywanych obecnie publikacjach. Pierwsza z nich, autorstwa P. Chruściela, J. Jezierskiego, K. Senger oraz J. Kijowskiego, pt. "Hamiltonian dynamics of asymptotically Kerr-de-Sitter spacetimes" zawiera zastosowanie nowych zmiennych do opisu bardzo ważnego modelu grawitacyjnego, jakim jest czasoprzestrzeń Kerra-de-Sittera. Druga publikacja, autorstwa J. Kijowskiego i P. Waluka, zawiera opis kwantyzacji spinu metodą polaryzacji rzeczywistej. Poza tym powstał artykuł J. Kijowskiego "Universality of Einstein Equations", przesłany do Phys.Rev D.

ZADANIE BADAWCZE Nr 2. Mechanika kwantowa układów nieliniowych i złożonych

Cel badania

Badania mają charakter podstawowy. Dotyczą podstaw teoretycznych i fundamentalnych aspektów układów kwantowych mających szczególne znaczenie i zastosowanie w inżynierii kwantowej. Teoria układów nieliniowych i chaosu znajduje zastosowanie w różnych działach fizyki, a także w innych dyscyplinach, np. chemii i biologii. W szczególności interesujące jest zastosowanie tej teorii do opisu nieliniowych problemów mikroświata, gdy w grę wchodzi efekty kwantowe. Badania, zarówno układów modelowych, jak i konkretnych układów fizycznych oraz urządzeń elektronicznych i optycznych wszędzie tam, gdzie istotne jest współwystępowanie

efektów nieliniowych i kwantowych mają też na celu efektywną syntezę różnych opisów układów złożonych.

Opis realizowanych prac

Opracowano efektywne metody algebraiczne do badania podziału przestrzeni stanów (odpowiednich przestrzeni Hilberta) na inwariantne względem dynamiki podprzestrzenie (poprzez "efektywne metody" są tu rozumiane procedury, które pozwalają w skończonej liczbie kroków sprawdzić określoną własność algebraiczną - np. tzw. kryterium Shemesha pozwala sprawdzić czy dwie macierze mają wspólny wektor własny, chociaż nie potrafimy wyznaczyć tych wektorów). Głównymi wynikami uzyskanymi dotychczas są uogólnienia kryteriów Shemesha na wielowymiarowe podprzestrzenie, co pozwala na analizę warunków rozwarstwiania kwantowej przestrzeni stanów na podprzestrzenie niezmiennicze

W badaniach analizowane są kwantowe własności układów złożonych, w szczególności zagadnienia chaosu i całkowalności w dynamice układów kwantowych oraz ich własności spektralne, z uwzględnieniem aspektów optymalnego sterowania, tzn. najskuteczniejszego osiągnięcia pożądanych stanów układu. W badaniach wykorzystuje się zaawansowane metody fizyki matematycznej: teorię funkcji analitycznych, algebrę, geometrię algebraiczną, teorię grup i geometrię symplektyczną. Część badań jest bezpośrednio weryfikowana doświadczalnie we współpracy z fizykami z Instytutu Fizyki PAN.

Opis najważniejszych osiągnięć

1. Metody holomorficzne w analizie dynamiki układów kwantowych

Zbadano warunki rozwiązalności dla układów kwantowych, dla których stacjonarne równanie Schrödingera zapisano w reprezentacji Bargmanna. Taka reprezentacja jest bardzo wygodna do opisu różnorodnych układów optyki kwantowej i pozwala wykorzystać analityczną teorię równań różniczkowych do otrzymania warunków kwantyzacji. W pracach [1] i [2] pokazano efektywne metody wyznaczenia za pomocą tego podejścia widma badanego układu. Uzyskano wyniki dotyczące rozwiązalności zarówno w klasie funkcji Liouville'a jak i w klasie nieliouvillofskich funkcji specjalnych: konfluentnych funkcji Heuna. Badania te pozwalają na efektywną analizę całkowalności i chaosu w układach kwantowych.

2. Metody algebraiczne w analizie dynamiki układów kwantowych

Opracowano efektywne metody algebraiczne do badania podziału przestrzeni stanów (odpowiednich przestrzeni Hilberta) na inwariantne względem dynamiki podprzestrzenie (poprzez "efektywne metody" są tu rozumiane procedury, które pozwalają w skończonej liczbie kroków sprawdzić określoną własność algebraiczną - np. tzw. kryterium Shemesha pozwala sprawdzić czy dwie macierze mają wspólny wektor własny, chociaż nie potrafimy wyznaczyć tych wektorów). Głównymi wynikami uzyskanymi dotychczas są uogólnienia kryteriów Shemesha na wielowymiarowe podprzestrzenie, co pozwala na analizę warunków rozwarstwiania kwantowej przestrzeni stanów na podprzestrzenie niezmiennicze [3]. Na poziomie kwantowym jest to bezpośrednia analogia do stratyfikacji za pomocą stałych ruchu w analizie całkowalności klasycznych układów dynamicznych i pozwala udowodnienie silnych entropowych relacji nieoznaczoności. Otrzymany wynik jest ciekawy z punktu widzenia podstaw mechaniki kwantowej oraz możliwych zastosowań w przetwarzaniu informacji kwantowej

oraz konstrukcji schematów pamięci kwantowych. na analizę całkowalności (rozwiązalności) w układach kwantowych.

3. **Własności spektralne grafów kwantowych I sieci mikrofalowych**

Przeanalizowano rolę warunków brzegowych na charakterystyki grafów kwantowych (symulowanych za pomocą sieci mikrofalowych). Przedmiotem badań były grafy charakteryzujące się tym samym widmem mimo różnicy kształtów. Stanowią one kwantowe odpowiedniki klasycznych układów drgających skonstruowanych w odpowiedzi na pytanie "czy można usłyszeć kształt bębna?" Wyniki opublikowano w pracach [4] i [5].

4. **Twierdzenia fluktuacyjne w układach złożonych**

Zaproponowano nowe sformułowanie równości Jarzynskiego obowiązujące dla dowolnych odwzorowań kwantowych, odpowiadających dyskretnej dynamice układów kwantowych opisywanych w przestrzeni Hilberta o skończonym wymiarze [6]. Ta tematyka leży na pograniczu mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej i jest ściśle powiązana z dynamiką układów nierównowagowych oraz twierdzeniem fluktuacyjnym, opisującym prawdopodobieństwo, że entropia izolowanego układu zmniejsza się w czasie.

Wykorzystanie uzyskanych wyników

Wyniki opublikowano w czasopismach o zasięgu światowym:

- [1] Andrzej J. Maciejewski, Maria Przybylska, Tomasz Stachowiak, *Full spectrum of the Rabi model*, Physics Letters A **378**, 16-20, (2014).
- [2] Andrzej J. Maciejewski, Maria Przybylska, Tomasz Stachowiak, *Analytical method of spectra calculations in the Bargmann representation*, Phys. Lett. A, **378**, 3445–3451 (2014).
- [3] Andrzej Jamiołkowski, Grzegorz Pastuszak, *Generalized Shemesh criterion, common invariant subspaces and irreducible completely positive superoperators*, Linear and Multilinear Algebra, **62**, 865734 (2014).
- [4] M. Ławniczak, S. Bauch, A. Sawicki, M. Kuś, L. Sirko, *Resonances and poles in isoscattering microwave networks and graphs*, Phys. Rev. E **89**, 032911 (2014).
- [5] [2] O. Hul, M. Ławniczak, S. Bauch, A. Sawicki, M. Kuś, L. Sirko, *Are Scattering Properties of Networks Uniquely Connected to Their Shapes?* Low-Dimensional Functional Materials NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics 2013, pp 127-137
- [6] A. E. Rastegin and K. Życzkowski, *Jarzynski equality for quantum stochastic maps*, Phys. Rev. E **89**, 012127 (2014)

ZADANIE BADAWCZE Nr 3. Fizyczne podstawy przetwarzania informacji

Cel badania

Celem badań jest zbadanie fizycznych podstaw teorii przetwarzania informacji kwantowej oraz własności kwantowych stanów splątanych, wykorzystywanych jako kluczowy zasób w algorytmach kwantowych.

Opis realizowanych prac

a) Entropowe relacje nieoznaczoności

Najważniejszym osiągnięciem realizowanym w ramach tego tematu 3 było udowodnienie silnych entropowych relacji nieoznaczoności uzyskane w pracy [1]. Otrzymane wyniki stanowią istotne wzmocnienie znanych więzów Maassena – Uffinka i dostarczają wygodnego narzędzia do badań korelacji w układach kwantowych i ich zastosowań do teorii informacji kwantowej. Inne zadanie polegało na analizie generowania splątania kwantowego przez diagonalne bramki udowodnienie silnych entropowych relacji nieoznaczoności. Otrzymany wynik jest ciekawy z punktu widzenia podstaw mechaniki kwantowej oraz możliwych zastosowań w przetwarzaniu informacji kwantowej oraz konstrukcji schematów pamięci kwantowych. kwantowe udowodnienie silnych entropowych relacji nieoznaczoności. Otrzymany wynik jest ciekawy z punktu widzenia podstaw mechaniki kwantowej oraz możliwych zastosowań w przetwarzaniu informacji kwantowej oraz konstrukcji schematów pamięci kwantowych. iających na układach dwucząstkowych. W pracy [2] zbadano zespół macierzy losowych związanych unitarnymi diagonalnymi macierzami losowymi oraz wyznaczono średnie entropie splątania dla takich bramek kwantowych.

b) Charakterystyka kwantowego splątania

1. W pracy [3] badano splątanie w układach wielocząstkowych. Stosując macierze Hadamarda, tablice ortogonalne oraz techniki kombinatoryczne podano nowoudowodnienie silnych entropowych relacji nieoznaczoności. Otrzymany wynik jest ciekawy z punktu widzenia podstaw mechaniki kwantowej oraz możliwych zastosowań w przetwarzaniu informacji kwantowej oraz konstrukcji schematów pamięci kwantowych. y schemat konstrukcji szczególnych stanów kwantowych, zwanych k-jednorodnymi, które są maksymalnie splątane wedle dowolnego podziału N podukładów na K oraz $N-k$ części. Takie stany wielocząstkowe, przejawiające szczególne własności kwantowego splątania pomiędzy wszystkimi podukładami mogą być przydatne do konstrukcji nowych algorytmów przetwarzania informacji kwantowej. Głównym wynikiem pracy jest podanie stanów 2-jednorodnych dla układów składających się z dowolnej liczby podukładów dwupoziomowych. Nowe metody testowania kwantowego splątania oraz i charakteryzacji tego efektu w układach wielocząstkowych zaproponowano w pracy [4].

2. Podano jednolity opis różnych rodzajów splątania kwantowego w terminach geometrii algebraicznej i symplektycznej. Umożliwiło to klasyfikację stanów kwantowych pod względem równoważności z punktu widzenia zastosowań udowodnienie silnych entropowych relacji nieoznaczoności. Otrzymany wynik jest ciekawy z punktu widzenia podstaw mechaniki kwantowej oraz możliwych zastosowań w przetwarzaniu informacji kwantowej oraz konstrukcji schematów pamięci kwantowych. o obliczeń kwantowych i przetwarzania informacji na poziomie

3. Dla różnych klas korelacji kwantowych (splątania stanów mieszanych w układach cząstek rozróżnialnych, w układach bozonów i fermionów, niegaussowskich korelacji w układach fermionowych) podano sposoby szacowania względnej liczby stanów splątanych w zależności od ich czystości [6]. W tym celu podano systematyczną konstrukcję tzw. nieliniowych świadków korelacji.

4. Przeprowadzono analizę stanów w szczególnym modelu obliczeń kwantowych (tzw. "fermionowej optyce liniowej"). Opracowano metody analizy takich stanów umożliwiające rozwiązanie postawionego przed kilkoma laty, a dotychczas nierozwiązanego problemu charakteryzacji tzw. wypukłych stanów gaussowskich istotnych w tym modelu obliczeń kwantowych [7].

Opis najważniejszych osiągnięć

Najważniejszym osiągnięciem badawczym realizowanym w ramach tematu 3 było udowodnienie silnych entropowych relacji nieoznaczoności. Otrzymany wynik jest ciekawy z punktu widzenia podstaw mechaniki kwantowej oraz możliwych zastosowań w przetwarzaniu informacji kwantowej oraz konstrukcji schematów pamięci kwantowych. Wyniki zawarte są w publikacji [1], która ukazała się w roku 2014 w *Physical Review A*.

Wykorzystanie uzyskanych wyników

Wyniki opublikowano w czasopismach o zasięgu światowym:

- [1] Ł. Rudnicki, Z. Puchała, K. Życzkowski, Strong majorization entropic uncertainty relations, *Phys. Rev. A* **89**, 052115 (2014).
- [2] A. Lakshminarayan, Z. Puchała, K. Życzkowski, Diagonal unitary entangling gates and contradiagonal quantum states, *Phys. Rev. A* **90**, 032303 (2014).
- [3] D. Goyeneche and K. Życzkowski, Genuinely multipartite entangled states and orthogonal arrays. *Phys. Rev. A* **90**, 022316 (2014)
- [4] Ł. Rudnicki, Z. Puchała, P. Horodecki and K. Życzkowski, A Natural Entanglement Test, *J. Phys. A* **47**, 424035 (14pp) (2014).
- [5] A. Sawicki, M. Oszmaniec, M. Kuś, Convexity of momentum map, Morse index, and quantum entanglement, *Rev. Math. Phys.* **26**, 1450004 (2014).
- [6] M. Oszmaniec, M. Kuś, Fraction of isospectral states exhibiting quantum correlations, *Phys. Rev. A* **90**, 010302(R) (2014).
- [7] M. Oszmaniec, J. Gutt, M. Kuś, Classical simulation of fermionic linear optics augmented with noisy ancillas, *Phys. Rev. A* **90**, 020302 (R) (2014).

ZADANIE BADAWCZE Nr 4. Termodynamika i dynamika mezoskopowych układów kwantowych

Cel badania

Badania mają charakter podstawowy. Celem jest lepsze zrozumienie własności gazów kwantowych. Prowadzi to do lepszego zrozumienia kwantowych własności materii i, być może, do nowych zastosowań technologicznych, zwłaszcza rozwoju informatyki kwantowej.

Opis realizowanych prac

1. Zbadaliśmy proces podziału kondensatu Bosego-Einsteina oraz wzajemną spójność obu składowych. Posługując się przybliżoną metodą pól klasycznych wykazaliśmy, że spójność niszczą oddziaływania oraz przedłużający się czas pomiaru. Wyliczyliśmy wariancję różnicy obsadzeń tych dwóch chmur atomów i wykazaliśmy, że może być mniejsza niż wynikająca z rozkładu Poissona, podobnie jak się to dzieje w doświadczeniu [1].
2. Jednowymiarowy model bozonów oddziałujących odpychającym oddziaływaniem kontaktowym został ściśle rozwiązany w klasycznej pracy Lieba-Linigera z 1963 roku. W tym modelu, obok znanych kolektywnych wzbudzeń Bogoliubova pojawiły się tak zwane wzbudzenia drugiego rodzaju. Te drugie od dawna łączono z ciemnymi solitonami znanymi z rozwiązań równania Grossa-Piraevskiego. Takie solitony, jak pokazaliśmy, pojawiają się w sposób spontaniczny w niezerowych temperaturach. W nowej pracy wykazujemy, że statystyka tych spontanicznych solitonów w niezerowych temperaturach zgadza się z założeniem temperaturowego rozkładu wzbudzeń drugiego rodzaju w wysunięciu hipotezy, że w doświadczeniach ze wzbudzeniem pojedynczych atomów Rydberga w kondensacie, przy dobrej kontroli warunków doświadczalnych, można będzie "sfotografować" kwadrat funkcji falowej wysoko wzbudzonego stanu. modelu Lieba-Linigera i jego uogólnienia Yanga-Yanga [2].
3. Podstawowym obiektem w kwantowej teorii atomu są orbitale elektronowe. Zaproponowaliśmy nową, oryginalną metodę obrazowania orbitali wysoko wzbudzonych stanów, zwanych stanami Rydberga z wykorzystaniem oddziaływania electron-fonon w kondensacie Bosego-Einsteina. W tym celu, korzystając z metody pól klasycznych dokładnie zbadaliśmy wpływ rydbergowskiego elektronu na rozkład gęstości kondensatu, pokazując, że nasz model teoretyczny dobrze zgadza się z wynikami niedawnego doświadczenia, w którym grupa w Stuttgarcie badała straty kondensatu spowodowane przez elektrony Rydberga. Praca "Imaging single Rydberg electrons in a Bose-Einstein condensate", Tomasz Karpiuk, Mirosław Brewczyk, and Kazimierz Rzążewski, Anita Gaj, Jonathan B. Balewski, Alexander T. Krupp, Michael Schlagmüller, Robert Löw, Sebastian Hofferberth and Tilman Pfau została wysłana do New Journal of Physics.
4. Zbadaliśmy własności układu kilku przyciągających się fermionów o przeciwnych spinach poruszających się w jednowymiarowym potencjale harmonicznym. Wykazaliśmy istnienie w takim układzie skorelowanych par, których własności przypominają własności par Coopera. Nasze przewidywania powinny się dać zweryfikować w dostępnych doświadczeniach [3].

Opis najważniejszych osiągnięć

Najważniejszym wynikiem uzyskanym w 2014 roku jest wysunięcie hipotezy, że w doświadczeniach ze wzbudzeniem pojedynczych atomów Rydberga w kondensacie, przy dobrej kontroli warunków doświadczalnych, można będzie "sfotografować" kwadrat funkcji falowej wysoko wzbudzonego stanu.

Wykorzystanie uzyskanych wyników

Wyniki opublikowano w czasopismach o zasięgu światowym:

1. T. Górski and K Rzążewski, Classical fields and quantum measurement for Bose-Einstein condensate. *Journal of Physics B*, **48**, 035303 (2015)
2. Tomasz Karpiuk, Tomasz Sowiński, Mariusz Gajda, Kazimierz Rzążewski, and Mirosław Brewczyk, Correspondence between dark solitons and the type II excitations of the Lieb-Liniger model. *Phys. Rev. A*, **91**, 013621 (2015)– Published 21 January 2015
3. Tomasz Sowiński, Mariusz Gajda and Kazimierz Rzążewski, Pairing in a system of a few attractive fermions in a harmonic trap, *EPL*, **109**, 26005 (2015)
doi: 10.1209/0295-5075/109/26005

ZADANIE BADAWCZE Nr 5. Zastosowanie metod klasycznej i kwantowej teorii rozpraszania do badania struktury obiektów fizycznych

Cel badania

Realizacji tego zadania przyświecały dwa cele. Jeden cel to zbadanie możliwości wykorzystania bardzo precyzyjnych pomiarów rozkładu przestrzennego widma kosmicznego promieniowania tła do wykrywania obszarów, w których występuje silne pole magnetyczne. Drugi cel to wyznaczenie ograniczeń, jakie nakłada teoria kwantowa na badanie lokalnych własności pól kwantowych, ze szczególnym uwzględnieniem pola elektromagnetycznego.

Opis realizowanych prac

Realizacja pierwszego z opisanych powyżej celów doprowadziła do dokładnego wyznaczenia wpływu pola magnetycznego na obserwowaną temperaturę promieniowania CMB (poz.1). Wpływ ten występuje dzięki sprzężeniu promieniowania elektromagnetycznego z polem magnetycznym w wyniku oddziaływania z parami elektron-pozyton wypełniającymi próżnię elektrodynamiki kwantowej. Uzyskano dokładne wyniki liczbowe określające nie tylko zależność od pola magnetycznego nie tylko obserwowanej temperatury, ale także polaryzacji i rozkładu kąтового promieniowania. Realizacja drugiego celu doprowadziła do wprowadzenia precyzyjnego rozróżnienia wielkości lokalnych i nielokalnych (poz. 2) . Wykazano, że wielu autorów prac mylnie interpretuje mierzone charakterystyki jako wielkości lokalne. Wykazano, że sama zależność od położenia r badanej wielkości fizycznej nie oznacza automatycznie, że wielkość ta jest umiejscowiona w punkcie r .

Opis najważniejszych osiągnięć

Najważniejszym osiągnięciem było teoretyczne odkrycie fluktuacji geometrii w skończone temperaturze. Narzędziem, które zostało użyte do uzyskania tego wyniku jest relatywistyczna funkcja Wignera (poz. 3). Praca jest przesłana, ale jeszcze nie przyjęta do druku.

Wykorzystanie uzyskanych wyników

Wyniki opublikowano w czasopismach o zasięgu światowym:

1. Z. Bialynicka-Birula and I. Bialynicki-Birula, Polarization-dependent heating of the cosmic microwave background radiation by a magnetic field, Phys. Rev. D 90, 127303 (2014).
2. I. Bialynicki-Birula, Local and nonlocal observables in quantum optics, New J. Phys. 113, 113056
3. I. Bialynicki-Birula, Relativistic Wigner functions, EPJ Web of Conferences 78, 01001 (2014).

ZADANIE BADAWCZE Nr 6. **Badania zjawisk kosmicznych w różnych skalach czasowych**

Cel badania

Celem badań jest poszukiwanie poświat optycznych związanych z rozbłyskami gamma oraz innymi zjawiskami kosmicznego oraz kosmologicznego pochodzenia.

Opis realizowanych prac

Zbadano metodą symulacji numerycznych możliwości detekcji poświat optycznych związanych ze źródłami fal grawitacyjnych. Wyniki analizy wskazują na realne szanse zaobserwowania korelacji poświaty optycznej z obserwacjami detektorów fal grawitacyjnych. Wyniki stanowią wkład zespołu Pi of the Sky we wspólną publikację z zespołami LIGO/VIRGO i innych detektorów optycznych.

Badano możliwość wykorzystania systemu Pi of the Sky do detekcji satelitów (program SST). Ze względu na wymagania obserwacyjne przy śledzeniu satelitów poprawiono pomiar czasu pomiaru, osiągając dokładność rzędu kilkudziesięciu ms.

Zmodernizowano detektory Pi of the Sky w Hiszpanii i Chile oraz podłączono je do sieci teleskopów GLORIA, dzięki czemu mogą być wykorzystywane do obserwacji astronomicznych w programie nauki obywatelskiej.

Kontynuowano budowę nowego teleskopu w ramach projektu „Obserwacje procesów astrofizycznych w silnych polach grawitacyjnych z wysoką rozdzielczością czasową i w różnych zakresach widma i polaryzacji”.

Opis najważniejszych osiągnięć

Zaobserwowano poświatę optyczną stowarzyszoną z rozbłyskiem rentgenowskim pochodzącym od czerwonego karła w układzie podwójnym DGCV. Obserwacje wykonane jednocześnie przez satelitę Swift, teleskopy sieci Bootes oraz Pi of the Sky pozwoliły na szczegółową rejestrację rozbłysku w różnych zakresach widma. Obserwacje wykluczają standardowy mechanizm rozbłysku i sugerują istnienie w układzie trzeciej gwiazdy, najprawdopodobniej białego karła. Praca, napisana wspólnie z zespołem sieci Bootes została wysłana do publikacji w Science.

Wykorzystanie uzyskanych wyników

Wyniki opublikowano w czasopismach o zasięgu światowym:

- [1] Lech Mankiewicz i 907 innych autorów, „First searches for optical counterparts to gravitational-wave candidate events”, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 211, 1-25, 25 str. (2014), doi: 10.1088/0067-0049/211/1/7.
- [2] Mankiewicz, L.; Batsch, T.; Castro-Tirado, A.; Czyrkowski, H.; Cwiek, A.; Cwiok, M.; Dabrowski, R.; Jelínek, M.; Kasprowicz, G.; Majcher, A.; Majczyna, A.; Malek, K.; Nawrocki, K.; Obara, L.; Opiela, R.; Piotrowski, L. W.; Siudek, M.; Sokolowski, M.; Wawrzaszek, R.; Wrochna, G.; Zaremba, M.; Żarnecki, A. F., „Pi of the Sky full system and the new telescope”, *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica (Serie de Conferencias)*, 45 (2014);
- [3] Azócar, D.; Beskin, G.; Cabello, J.; Castro-Tirado, A. J.; Cedazo, R.; Cuesta, L.; Cunniffe, R.; González, E.; González-Rodríguez, A.; Gorosabel, J.; Hanlon, L.; Hudec, R.; Jakubek, M.; Janeček, P.; Jelínek, M.; Lara-Gil, O.; Linttot, C.; López-Casado, M. C.; Malaspina, M.; Mankiewicz, L.; Maureira, E.; Maza, J.; Muñoz-Fernández, E.; Nicastro, L.; O'Boyle, E.; Palazzi, E.; Páta, P.; Pérez del Pulgar, C. J.; Pio, M. A.; Prouza, M.; Sánchez Moreno, F. M.; Serena, F.; Serrà-Ricart, M.; Simpson, R.; Sprimont, P.; Strobl, J.; Topinka, M.; Vitek, S.; Żarnecki, A. F., “The GLObal Robotic telescopes Intelligent Array for e-science (GLORIA)”, *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica (Serie de Conferencias)*, 45 (2014);
- [4] Obara, L.; Cwiek, A.; Cwiok, M.; Majcher, A.; Mankiewicz, L.; Żarnecki, A. F., “Pi of the Sky contributions to the GLORIA project”, *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica (Serie de Conferencias)*, 45 (2014);
- [5] Rafał Opiela ; Katarzyna Małek ; Lech Mankiewicz ; Małgorzata Siudek ; Marcin Sokołowski ; Aleksander F. Żarnecki, “Pi of the Sky full system and the new telescope”, *Proc. SPIE 9290, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2014*, 92900L, doi:10.1117/12.2075211;
- [6] A. Cwiek, L. Mankiewicz, T. Batsch, A. Castro-Tirado, H. Czyrkowski, M. Cwiok, R. Dabrowski, M. Jelínek, G. Kasprowicz, A. Majcher, K. Małek, K. Nawrocki, L. Obara, R. Opiela, L. W. Piotrowski, M. Siudek, M. Sokolowski, R. Wawrzaszek, G. Wrochna, M. Zaremba, A. F. żarnecki, “Pi of the Sky robotic observatories in Chile and Spain”, *Proc. SPIE 9290, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2014*, 92900T, doi: 10.1117/12.2076052;
- [7] Adam Zdrożny, Rafał Opiela, Łukasz Obara, Marcin Sokołowski, “Pi of the Sky preparations towards advanced gravitational detector era”, *Proc. SPIE 9290, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2014*, 92901A, doi: 10.1117/12.2076083;
- [8] Łukasz Obara, Aleksander F. Żarnecki, Adam Zdrożny, Rafał Opiela, “Comparison of different photometric algorithms on Pi of the Sky data”, *Proc. SPIE 9290, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2014*, 92902D, doi: 10.1117/12.2075198;
- [9] Rafał Opiela, Katarzyna Małek, Lech Mankiewicz, Małgorzata Siudek, Marcin Sokołowski, Aleksander F. Żarnecki, “Summary of the Pi of the Sky

photometry improving methods”, Proc. SPIE 9290, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2014, 92901W, doi: 10.1117/12.2075211;

ZADANIE BADAWCZE Nr 7. **Geometria maksymalnie niecałkowalnych dystrybucji wektorowych na rozmaitościach**

Cel badania

Dystrybucja wektorowa wymiaru n to gładkie przyporządkowanie podprzestrzeni wektorowej wymiaru $m < n$ każdemu punktowi rozmaitości. Dystrybucje dzielą się na całkowalne i niecałkowalne. Wśród tych ostatnich najciekawsze są dystrybucje maksymalnie niecałkowalne. Dystrybucje takie znajdują zastosowanie w geometrycznej teorii sterowania. Charakteryzuje się tam możliwe konfiguracje układu przez n parametrów, a możliwe trajektorie układu jako trajektorie styczne do danej dystrybucji D wymiaru $m < n$. Aby w takim reżimie układ mógł dojść z dowolnego punktu A do dowolnego punktu B po możliwej trajektorii dystrybucja D musi być maksymalnie niecałkowalna. Ważna dla teorii sterowania jest więc klasyfikacja wszystkich maksymalnie niecałkowalnych dystrybucji.

Maksymalnie niecałkowalne dystrybucje, są tylko częściowo zbadane. Wśród tych zbadanych najlepiej zrozumiane są dystrybucje z $m=2$ na rozmaitościach wymiaru $n=5$. Charakteryzuje się je poprzez przypisanie im w jednoznaczny sposób koneksji Cartana o wartościach w wyjątkowej algebrze Liego g_2 . Nierównoważne maksymalnie niecałkowalne dystrybucje o $(m,n)=(2,5)$ rozróżnia się za pomocą krzywizny tej koneksji.

Celem tego zadania jest scharakteryzowanie wszystkich maksymalnie niecałkowalnych dystrybucji z dowolnym (m,n) , które mogą być opisywane za pomocą koneksji Cartana o wartościach w prostej algebrze Liego. Innymi słowy: spodziewamy się, że dla każdej prostej rzeczywistej algebry Liego L , z formą Killinga o neutralnej sygnaturze, znajdziemy wymiary (m,n) , odpowiednio dystrybucji i rozmaitości, a także wszystkie m -dystrybucje na n -rozmaitości, których niezmienniki będą opisywane przez krzywiznę koneksji Cartana o wartościach w L . W szczególności zamierzamy podać jawne przykłady dystrybucji, których pełnymi grupami symetrii są kolejne proste rzeczywiste grupy Liego z klasyfikacji Killinga-Cartana.

Opis realizowanych prac

Jako główny przedmiot badań przyjęto pewną podklasę dystrybucji niecałkowalnych opisywanych przez koneksje Cartana o wartościach w prostych rzeczywistych algebrach Liego, nazwanych przez I. Andersona, Zh. Nie i P. Nurowskiego dystrybucjami Monge'a.

W roku 2014 uzyskano pełną klasyfikację algebr Liego związaną z tą wyróżnioną klasą dystrybucji, oraz wyizolowano z nich takie algebry L , dla których odpowiadające im klasy dystrybucji niecałkowalnych posiadają lokalnie nierównoważnych reprezentantów. Dla takich dystrybucji znaleziono związki między (m,n) i L , gdzie m -rank dystrybucji, n -wymiar rozmaitości na której dystrybucja żyje. Geometrie wyznaczone przez wyróżnione w ten sposób trojki (m,n,L) nazwano geometriami Monge'a.

Prowadzono badania nad algorytmicznym sformułowanie tzw. metody redukcji Cartana, potrzebnej do klasyfikacji modeli jednorodnych geometrii Monge'a. Rozpoczęto

eksperymentalną implementację tej metody w systemie Maple, przy współpracy z prof. I. Andersonem z Utah State University w Logan.

W badaniach wykorzystano także dodatkowe struktury geometryczne związane w naturalny sposób z zupełnie niecałkowalnymi dystrybucjami odpowiedniego rzędu, w odpowiednim wymiarze. Pozwoliło to na zastosowanie narzędzi i formalizmów pochodzących z wielu klasycznych teorii geometrycznych: riemannowskiej, konforemnej, projektywnej, zespolonej (oraz bardziej współczesnej geometrii parabolicznej). Jednocześnie pokazano, że maksymalnie niecałkowalne dystrybuje są bogatym źródłem przykładów wyżej wymienionych struktur.

Opis najważniejszych osiągnięć

1. Opisano pięciowymiarową przestrzeń twistorów związaną z dowolną czterowymiarową rozmaitością pseudo-riemannowską o sygnaturze neutralnej [1]. Na przestrzeni tej wprowadzono naturalną strukturę konforemną oraz naturalną dystrybucję wektorową rzędu 2. Konstrukcję tę zastosowano do badania geometrii układu dwóch powierzchni toczących się po sobie bez poślizgu i wzajemnego obrotu. Znalezione nowe, nieoczekiwane przykłady par powierzchni, dla których przestrzeń twistorów ma maksymalną grupę symetrii izomorficzną wyjątkowej prostej grupie G_2 .
2. Opisano nieznaną dotąd związek pewnego wyjątkowego (ze względu na grupę symetrii) równania różniczkowego zwyczajnego siódmego rzędu z geometrią niecałkowalnych dystrybucji rzędu 2 w wymiarze 5 [4].
3. Wprowadzono niezmienniczy formalizm służący do zunifikowanego opisu geometrii prawie zespolonych wyposażonych w dodatkową strukturę, w tym: rozmaitości konforemnie prawie hermitowskich, oraz rozmaitości prawie zespolonych ze strukturą projektywną [2]. Wyróżnione klasy koneksji opisano przez warunki na torsję. Zidentyfikowano niezmienniki wyższego rzędu stanowiące między innymi przeszkodę dla całkowalności struktury prawie zespolonej.
4. Przebadano struktury typu $SO(3) \times SO(3)$ na dziewięciowymiarowych rozmaitościach riemannowskich. Opisano podklasę takich geometrii stanowiącą analog samodualnych rozmaitości czterowymiarowych. Sformułowano warunek samodualności w terminach istnienia adaptowanej koneksji z zupełnie antysymetryczną torsją [3].
5. Została ukończona i przyjęta do druku praca [5], w której wyróżniono i zdefiniowano pewną dużą klasę dystrybucji niecałkowalnych, dla których maksymalne grupy symetrii są prostymi rzeczywistymi grupami Liego z klasyfikacji Killinga-Cartana. Dystrybucje te zostały nazwane dystrybucjami Monge'a w [5]. Dla takich dystrybucji znaleziono związki między (m,n) i L , gdzie m -rank dystrybucji, n -wymiar rozmaitości na której dystrybucja żyje, a L rzeczywista algebra Liego odpowiedzialna za koneksję Cartana opisującą niezmienniki nierównoważnych dystrybucji w ramach danej pary (m,n) . W ten

sposób w pracy [5] zrealizowano pełen program opisany w 'Celu badania', dla wyróżnionej podklasy dystrybucji niecałkowalnych.

6. W pracy [6] wyróżniono i zbadano klasę geometrii typu (M,g,X) , gdzie M jest n -wymiarową rozmaitością, g - metryką (pseudo)riemannowską, a X - polem wektorowym na niej, w której (M,g,X) jest powiązane pewnym nadokreślonym układem równań różniczkowych cząstkowych. Trójki (M,g,X) spełniające ten układ równań nazwano 'uogólnionym solitonem Ricciego'.

Wykorzystanie uzyskanych wyników

Wyniki opublikowano w czasopismach o zasięgu światowym:

- [1] D. An, P. Nurowski, *Twistor space for rolling bodies*, Commun. Math. Phys., 326, 393-414 (2014) .
- [2] A. R. Gover, P. Nurowski, *Calculus and invariants on almost complex manifolds, including projective and conformal geometry*, Illinois Journal of Mathematics, 57, 383-427 (2013).
- [3] A. Fino, P. Nurowski, *Analog of selfduality in dimension nine*, J. Reine Angew. Math, 699, 67-110 (2015).
- [4] D. An, P. Nurowski, *Symmetric (2,3,5) distributions, an interesting ODE of 7th order and Plebanski metric*, preprint on-line arXiv:1302.1910.
- [5] I. Anderson, Zh. Nie, P. Nurowski, *Non-Rigid Parabolic Geometries of Monge Type*, Advances in Mathematics, przyjęte do druku, preprint on-line arXiv:1401.2174
- [6] P. Nurowski, M. Randall, *Generalised Ricci Solitons*, Journal of Geometric Analysis, przyjęte do druku, preprint on-line arXiv:1409.4179

ZADANIE BADAWCZE Nr 8. Astrofizyka wysokich energii

Cel badania

Celem naukowym badan realizowanych w CFT PAN jest analiza i modelowanie numeryczne zjawisk zachodzących w silnym polu grawitacyjnym gwiazdy zwartej, przede wszystkim astrofizycznej czarnej dziury. Czarne dziury oraz gwiazdy neutronowe są najbardziej ekstremalnymi obiektami we wszechświecie a w zachodzących wokół nich zjawiskach bierze udział namagnesowana, zjonizowana relatywistyczna plazma, emitująca promieniowanie w szerokim zakresie widma elektromagnetycznego i pochłaniana przez centralny obiekt w procesie akrecji. Może temu towarzyszyć stały lub epizodyczny wyrzut strug materii w kierunkach osi rotacji czarnej dziury a prostopadle do płaszczyzny dysku. W naszych badaniach będziemy starali się stworzyć jak najpełniejszy, fizyczny model przepływającej plazmy, przy uwzględnieniu warunków istotnych z punktu widzenia rzeczywistych obiektów kosmicznych i testowalności obliczeń. Na ogół, nie jest to możliwe przy użyciu metod analitycznych i modelowanie musi bazować na zaawansowanej numeryce. Nasze badania będą podlegały weryfikacji pod kątem obserwacyjnym dzięki coraz to nowym odkryciom zarówno w danych z nowo uruchamianych instrumentów, jak i takich, które można wyszukać w archiwach.

Opis realizowanych prac

W pracy [1], rozważany był centralny obszar zapadającej się gwiazdy, która odpowiada za zjawisko błysku gamma (GRB). Zbudowany jest on z gorącej i bardzo gęstej materii, w której występują swobodne neutrony, protony, pary elektron-pozytron, jądra Helu. Chłodzenie odbywa się dzięki emisji neutrin. Bogactwo neutronów wpływa na skład i dynamikę wypływu, który powstaje w formie wiatru, a także kontruuje do gęstości barionowej dżetu wyrzucanego wzdłuż osi rotacji czarnej dziury. W warunkach panujących w dysku otaczającym czarną dziurę w centrum błysku gamma, syntetyzowany jest nie tylko Hel, ale również kolejne pierwiastki ciężkie. Dzieje się to w odległości ponad ok 150-250 r_g (promieni grawitacyjnych). W pracy przedstawiono ilościowe wyniki dotyczące procesu nukleosyntezy pierwiastków, w zależności od własności dysku (tempo akrecji masy, lepkość) oraz parametrów czarnej dziury (jej masa i spin). Numerycznie obliczone zostały obfitości izotopów, do Germanu i Galu włącznie. Przedyskutowano obecne możliwości detekcji rozpadu radioaktywnego poszczególnych izotopów w obserwowanych poświatach rentgenowskich charakterystycznych dla błysków gamma.

Zbadano także [2] skomplikowane zachowanie mikrokwarzara o nazwie IGR J17091-3624, odkrytego w 2011 roku przez satelitę rentgenowskiego Integral. Okazuje się, że źródło to, które świeci na koszt akrecji materii na czarną dziurę, wykazuje niekiedy charakterystyczne kwazi-okresowe rozbłyski, podobne kształtem do 'elektrokardiogramu'. Są one najwyraźniej anty-skorelowane z obecnością wiatru materii, wypływającego z powierzchniowych warstw akreującego dysku. Korzystając z danych obserwacyjnych zgromadzonych przez satelity Swift, Chandra i XMM-Newton, przeanalizowano obserwacje spektroskopowe oraz zmiany blasku tego źródła. Opracowano również model komputerowy, opisujący hydrodynamikę opadającego gazu. Zaproponowana w pracy struktura przepływu jest zarówno uzasadniona teoretycznie jak i zgodna z danymi obserwacyjnymi.

Przedysktowano również rozbłyski nowych rentgenowskich, obserwowane w skalach czasowych rzędu 30-400 dni, za które odpowiedzialna jest niestabilność dysku akrecyjnego otaczającego czarną dziurę w układzie podwójnym [5] a także zaproponowano w jaki sposób dane obserwacyjne uzyskane z nowo planowanej misji kosmicznej LOFT mogą pomóc w zrozumieniu zjawisk zmienności czasowej akreujących czarnych dziur [6].

Opis najważniejszych osiągnięć

Przeprowadzone przez nas zaawansowane obliczenia numeryczne prezentują konsystentny fizycznie model przepływu akrecyjnego w otoczeniu czarnej dziury, w którym część grawitacyjnie dyssypowanej energii jest zużywana do przyspieszenia cząstek z powierzchniowych warstw dysku akrecyjnego do prędkości przekraczających predkość ucieczki, czyli tzw. wiatru. Obecność tego wiatru została zweryfikowana obserwacyjnie w dwojaki sposób. Bezpośrednio, widoczny jest on w danych spektroskopowych poprzez obecność struktur absorpcyjnych. Ponadto, wiatr jest odpowiedzialny za ustabilizowanie zmienności czasowej w krótkich skalach - i tę właśnie antykorelację amplitudy zmienności ze strumieniem masy wyrzucanej w wietrze udało nam się również stwierdzić.

Wykorzystanie uzyskanych wyników

Wyniki opublikowano w czasopiśmie o zasięgu światowym i przedstawiono na międzynarodowych konferencjach w formie referatów:

- [1] A. Janiuk, "Nucleosynthesis of elements in gamma-ray burst engines", *Astronomy & Astrophysics*, Volume 568, id.A105, pp 7
- [2] M. Grzędzielski, A. Janiuk, F. Capitanio, "Modeling the heartbeat state in the microquasar IGR J17091-3624", *The X-ray Universe 2014*, edited by Jan-Uwe Ness. Online at http://xmm.esac.esa.int/external/xmm_science/workshops/2014symposium/, id.254
- [3] A. Janiuk, M. Bejger, S. Charzyński, "Gamma Ray Bursts from Binary Black Holes", *The X-ray Universe 2014*, edited by Jan-Uwe Ness. Online at http://xmm.esac.esa.int/external/xmm_science/workshops/2014symposium/, id.92
- [4] A. Janiuk, B. Kamiński, "Nucleosynthesis of elements in the outflows from gamma ray bursts", *The X-ray Universe 2014*, edited by Jan-Uwe Ness. Online at http://xmm.esac.esa.int/external/xmm_science/workshops/2014symposium/, id.261
- [5] P. Bagińska, A. Różańska, A. Janiuk, B. Czerny, "Testing accretion disk instabilities in X-ray binaries", *Proceedings of the XXXVI Polish Astronomical Society Meeting, 11-14 September, 2013*. Eds. A. Różańska and M. Bejger. (pp.140-143)
- [6] A. Różańska, M. Bałucińska-Church, M. Church, B. Czerny, A. Janiuk, F. Capitanio, P. Bagińska, "The Large Observatory For X-ray Timing (LOFT)", *Proceedings of the XXXVI Polish Astronomical Society Meeting, 11-14 September, 2013*. Eds. A. Różańska and M. Bejger. (pp.77-81)
- [7] M. Grzędzielski, "Accretion disks modelling" *Proceedings of the XXXVI Polish Astronomical Society Meeting, 11-14 September, 2013*. Eds. A. Różańska and M. Bejger. (pp.148-150)
- [8] P. Sukova, O. Semerak, "Geodesic Chaos in Perturbed Black-Hole Fields", *Springer Proceedings in Physics 157, 2014*, pp 449-453,

ZADANIE BADAWCZE Nr 9. Nauka I Społeczeństwo

Cel badania:

Celem badań realizowanych w 2014 było:

1. Opracowywanie oraz upowszechnianie współczesnych metod nauczania przedmiotów ścisłych
2. Upowszechnianie wiedzy o najważniejszych wydarzeniach naukowych i ich konsekwencjach społecznych.
3. Informowanie społeczeństwa o korzyściach płynących z stosowaniem nauk przyrodniczych, szczególnie matematyki i fizyki w wielu dziedzinach życia społecznego niekojarzonych powszechnie z tymi naukami

Opis realizowanych prac:

Ad 1. Prace nad realizacją celu 1 prowadzone były wielotorowo szczególnie w ramach kontynuowania wykonania projektów:

- Akademia Khana
- Zadania edukacyjne Centrum Nauki Kopernik w tym projekt Przewrót Kopernikański

Ad.2 Realizacja Celu 2 polegała na systematycznym publikowaniu artykułów o charakterze popularno naukowym w mediach drukowanych oraz elektronicznych oraz wystąpieniach radiowych i telewizyjnych

Ad 3. Realizacją tego celu były liczne publikacje publicystyczne w czasopiśmie ogólnoinformacyjnych, udział w debatach publicznych, konferencjach itp.

Opis najważniejszych osiągnięć:

- Opublikowanie przez Profesorów **Kazimierza Rzążewskiego, Karola Życzkowskiego (CFT PAN)** oraz Wojciecha Słomczyńskiego (Uniwersytet Jagielloński) unikatowej w literaturze polskiej książki pt. *Każdy głos się liczy; wędrówka przez krainę wyborów*. (Wydawnictwo Sejmowe 2014) poruszającej podstawowe problemy związane z teorią i praktyką wyborów. Opublikowanie tej książki w okresie poprzedzającym bezpośrednio debatę narodową o mechanizmach wyborczych wywołana przebiegiem wyborów samorządowych jesienią 2014 miało istotny wpływ na wiele aspektów tej debaty i pokazało uczestniczącym w tejże debacie politykom, publicystom a także, przede wszystkim obywatelom Polski, jak ważnym jest budowanie wiedzy o mechanizmach państwa demokratycznego na podstawach rzetelnej nauki.
- Dalsze prowadzenie i rozwijanie przez Prof. Lecha Mankiewicza działalności Akademii Khana w Polsce. Udostępnianie coraz to nowych programów —lekcji Akademii w języku Polskim umożliwia coraz powszechniejsze wykorzystywanie zasobów Akademii jako jednego z podstawowych materiałów wspomagających proces nauczania szkolnego i w wielu wypadkach akademickiego drogą e-edukacyjną. Poziom merytoryczny materiałów przygotowywanych w ramach Akademii Khana jest nieporównanie wysoki w odniesieniu do istniejących w obfitości w Internecie materiałów szkoleniowych i dydaktycznych.
- Przeprowadzenie merytorycznej przebudowy tematyki organizowanego już po raz 18 Pikniku Naukowego Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik czemu towarzyszyło kolejne zwiększenie popularności tej największej w Europie plenerowej imprezy popularyzującej naukę (ok. 130 -150 tys uczestników) (Prof. Ł.A. Turski)
- Rozpoczęcie podstawowych prac nad modyfikacją ekspozycji centralnej Centrum Nauki Kopernik, oraz przygotowanie i wdrożenie pilotażowej wersji programu nowoczesnych pracowni przyrody w szkołach podstawowych. (Prof. Ł.A. Turski)
- Zaproszenie do wygłoszenia tzw. Keynote lecture podczas kongresu EUDAT poświęconego roli e-edukacji w nauczaniu przedmiotów ścisłych i humanistycznych (Prof. Ł.A. Turski)

Wykorzystanie uzyskanych wyników:

Z wyników zawartych w sprawozdaniach każdego z uczestników Zadania szczególnie podkreślić należy:

1. *Każdy głos się liczy; wędrówka przez krainę wyborów*. Autorzy: Kazimierz Rzążewski, Wojciech Słomczyński i Karol Życzkowski. Wydawnictwo sejmowe maj 2014.
2. Publikacje w internecie kolejnych wykładów Akademii Khana. Lech Mankiewicz.
3. Publikacje felietonów na platformie InnPoland (Lech Mankiewicz).
4. 12 publikacji felietonów popularno-naukowych na portalu Project-Syndicate.pl (Łukasz A. Turski).

ZADANIE BADAWCZE Nr 10. Optoelektronika i automatyka w badaniach nad kontrolą i regulacją zachowań metodami neuroinżynierii.

Cel badania:

Zadanie realizowano w ramach grantu "Kontrola i regulacja zachowań metodami neuroinżynierii", finansowanego w ramach konkursu NCN pod nazwą SYMFONIA 1 na międzydziedzinowe projekty badawcze realizowane przez wybitnych naukowców, których badania wyróżniają się najwyższą jakością, odważnym przekraczaniem granic pomiędzy różnymi dziedzinami nauki, przyczyniając się do tworzenia nowych wartości i otwierania nowych perspektyw w nauce. Projekt realizuje konsorcjum w składzie: Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN (koordynator), Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie (Wydział Fizyki i Matematyki Stosowanej), Uniwersytet Warszawski (Wydział Fizyki) i Centrum Fizyki Teoretycznej PAN. Zadaniem CFT PAN jest zaprojektowanie, zbudowanie i przetestowanie zautomatyzowanych, autonomicznych urządzeń do badań funkcjonalności wybranych obszarów mózgu metodami optogenetyki. Projekt ma charakter integrujący wiedzę i doświadczenie oraz możliwości techniczne uzyskane w CFT PAN przy realizacji zadania "Badanie zjawisk kosmicznych w różnych skalach czasowych"

Opis realizowanych prac:

- [1] Opracowano spójną koncepcję systemu kontrolno - pomiarowego. W jego skład wchodzi:
- jednostka implantowana, z wbudowanym układem komunikacyjnym w paśmie ISM oraz bezprzewodowym odbiornikiem energii
 - kontroler bezprzewodowego ładowania wraz z układem komunikacyjnym w paśmie ISM oraz interfejsami Ethernet, RS485, CAN
 - Oprogramowanie jednostki implantowanej (procesor ARM Cortex M0)
 - Oprogramowanie kontrolera ładowania i układu komunikacyjnego (procesor ARM Cortex M3)
 - Oprogramowanie na komputer PC w postaci skryptów w języku Python, służące planowaniu i przeprowadzaniu scenariuszy badawczych
 - Interfejs do komercyjnej klatki IntelliCage umożliwiający wyzwalanie scenariuszy eksperymentalnych poprzez konkretne zachowania zwierząt w klatkach, np wejście do rogu, powąchanie substancji
- [2] Zaprojektowano i zbudowano prototypy jednostki implantowanej. Zademonstrowano przekaz energii na odległość rzędu kilku cm, wystarczającą do zasilania jednostki.
- [3] Zaprojektowano, zbudowano i uruchomiono prototyp 6-kanalowego kontrolera ładowania oraz koncentratora danych z interfejsami radiowymi ISM, CAN, Ethernet oraz RS486. Zademonstrowano bezprzewodowy przekaz energii jednakże ze względu na zmianę sposobu mocowania anteny odbiorczej (na grzbiecie zamiast na

brzuchu zwierzęcia) zdecydowano się na wymianę wzmacniaczy na modele o większej mocy

- [4] Zaprojektowano, zbudowano i uruchomiono prototyp wzmacniacza dużej mocy, spełniający z nawiązką wymagania projektu. Przetestowano przekaz energii zarówno w konfiguracji z anteną planarną, umieszczoną pod klatką jak i anteną w postaci solenoidu gdzie odbiornik wtykany jest do środka.
- [5] Rozpracowano protokół komunikacyjny klatki IntelliCage. Opracowano sposoby detekcji zdarzeń potrzebnych do wyzwania akcji optogenetycznych..
- [6] Opracowano wersję produkcyjną kontrolera ładowania w postaci modułu dla kasety EURO. Moduł posiada 8 w pełni programowalnych kanałów mocy, oparty jest na technologii FPGA oraz procesorze Cortex M4. Każdy kanał wyposażono w możliwość dwukierunkowej komunikacji poprzez antenę do przekazu energii. Jest to istotne w aplikacjach gdzie wymagany jest precyzyjny pomiar położenia zwierząt w klatce.
- [7] Opracowano koncepcję zbudowano prototyp i przeprowadzono testy nowatorskiej metody detekcji zachowania zwierząt metodą optyczną z wykorzystaniem światła laserowego, kamer CMOS oraz algorytmów rozpoznawania obrazów.
- [8] Opracowano koncepcję jednostki implantowanej o podwyższonej dokładności pozycjonowania zwierzęcia z użyciem wektorowego czujnika pola elektromagnetycznego.

Opis najważniejszych osiągnięć:

Najważniejszym osiągnięciem w 2014 roku było opracowanie i wdrożenie komunikacji z klatką IntelliCage oraz demonstracja możliwości przesyłania bezprzewodowego niezbędnej energii pomiędzy kontrolerem ładowania a jednostką implantowalną.

Wykorzystanie uzyskanych wyników:

Wyniki opublikowano w czasopismach o zasięgu światowym:

1. Kasprowicz, G., Juszczyk, B., Mankiewicz, L.
“Distributed control network for optogenetic experiments”.
Proc. SPIE 9290, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2014, 92901Z, doi:10.1117/12.2075875
(November 25, 2014);
2. A. Wróbel, C. Radzewicz, L. Mankiewicz, P. Hottowy, E. Knapska, W. Konopka, E. Kublik, K. Radwańska, W. J. Waleszczyk, D. K. Wójcik,
“Neuroengineering control and regulation of behavior”.
Proc. SPIE 9290, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2014, 92901S, doi: 10.1117/12.2075158
(November 25, 2014);

Wykaz projektów badawczych realizowanych w CFT PAN w 2014 r.

Wykaz krajowych projektów badawczych

Kierownik	Temat	Nr projektu	Okres od-do
dr hab. Agnieszka Janiuk	Procesy akrecji materii i emisji promieniowania w błyskach gamma	N N203 512638	2010-2014
dr hab. Lech Mankiewicz	Wykorzystanie prototypowego detektora "Pi of the Sky" do poszukiwań pierwotnej emisji optycznej z rozbłysków gamma oraz innych szybkozmiennych zjawisk astronomicznych kosmicznego pochodzenia w różnych zakresach widma	N N202 125036	2009-2014
prof. Karol Życzkowski	Geometria kwantowego splątania	N N202 090239	2010-2014
prof. Iwo Białynicki-Birula	Odtworzenie geometrii z danych rozproszonych	UMO-2012/07/B/ST1/03347	2013-2016
dr hab. Agnieszka Janiuk	Astrofizyka procesów wokół zwartych obiektów kosmicznych	UMO-2012/05/E/ST9/03914	2013-2018
prof. Kazimierz Rzążewski	Zjawiska termiczne w zimnych gazach atomowych	UMO-2012/04/A/ST2/00090	2012-2015
prof. Jerzy Kijowski	Energia pola grawitacyjnego: aspekty geometryczne, funkcjonalno-analityczne oraz zastosowania fizyczne	UMO-2011/03/B/ST1/02625	2012-2015
dr Łukasz Rudnicki	Collectibility - nowe kryterium splątania oparte o relacje nieoznaczoności	0468/IP3/2011/71	2012-2015
dr Adam Sawicki	Topologia i geometria korelacji kwantowych	0484/IP3/2011/71	2012-2014
prof. Lech Mankiewicz	Lokalizacja zasobów KhanAcademy w języku polskim	TRF 12-00501	2012-2014
prof. Marek Kuś	Rozwiązalność, chaos i sterowanie w układach kwantowych	UMO-2011/02/A/ST1/00208	2012-2016
prof. Paweł Nurowski	Geometria dystrybucji Monge'a	UMO-2013/09/B/ST1/01799	2014-2016
mgr. Michał Oszmaniec	Zastosowanie koncentracji miary do badania właściwości statystycznych wkładów kwantowych	UMO-2013/09/N/ST1/02772	2014-2016
Tomasz Maciażek	Badanie wielokubitowych stanów maksymalnie splątanych i równoważność stanów ze względu na działanie operacji SLOCC	0165/DIA/2014/43	2014-2018
Dr Mikołaj Korzyński	The role of small-scale inhomogeneities dr Mikołaj Korzyński in general relativity and cosmology	HOMING PLUS/2012-5/4	2012-2014

Wykaz międzynarodowych projektów badawczych

Kierownik	Temat	Nr projektu	Okres od-do
-----------	-------	-------------	-------------

dr hab. Agnieszka Janiuk	Black Holes in a Violent Universe	COST Action MP0905	2010-2014
Prof. Marek Kuś	Quantum Resources: Conceptuals and Applications, (QOLAPS)	ERC-2011-AGD_20110209	2012-2016
Prof. Marek Kuś	Intrinsic Randomness in the Quantum World	ID# 4137	2013-2016
Prof. Marek Kuś	Symetrie i uniwersalność w układach mezoskopowych	2011/M/ST2/00379	2011-2014

Wykaz projektów badawczych zlokalizowanych poza CFT, w których uczestniczą pracownicy CFT PAN jako wykonawcy projektu

Wykonawcy z CFT PAN	Temat	Kierownik (jednostka)	Okres od-do
dr hab. L.Mankiewicz, mgr R. Opiela mgr. M. Siudek	Global Robotic telescopes Intelligent Array for e-Science	Prof. F. Żarnecki (UW)	2011-2014
prof. P. Nurowski	Struktury geometryczne w równaniach różniczkowych i układach sterowania	prof. B. Jakubczyk (UW)	2011-2014
Prof. Lech Mankiewicz	Kontrola i regulacja zachowań metodami neuroinżynierii	Prof. A. Wróbel IBD im. NENCKIEGO	2013-2018
Prof. Lech Mankiewicz	Obserwacje procesów astrofizycznych w silnych polach grawitacyjnych z wysoką rozdzielczością czasową i w różnych zakresach widma i polaryzacji	NARODOWE CENTRUM BADAŃ JĄDROWYCH	2010-2014
dr Łukasz Rudnicki	Optimal dynamical control of quantum entanglement	dr Florian Mintert (Institute for Advanced Studies at University of Freiburg)	2011-2015
dr Krzysztof Pawłowski	Quantum Interferometry with Bose-Einstein Condensates	Augusto Smerzi (Laboratoire Kastler Brossel w Ecole Normale Supérieure)	2013-2014
prof. Marek Kuś	Symetrien und Universalität in Mesoskopischen Systemen	prof. Alexander Altland (Universität Köln, RFN)	2011-2015
prof. Marek Kuś	Fundamental Problems in Quantum Physics	prof. Angelo Bassi (Uniwersytet w Trieście, Włochy),	2011-2015
dr Tomasz Stachowiak	Zastosowanie różniczkowej teorii Galois do badania całkowalności nieliniowych układów dynamicznych	dr hab. Maria Przybylska (Uniwersytet Zielonogórski)	2011-2014
Prof. Karol Życzkowski	Kwantowe korelacje: struktura, detekcja i zastosowania	prof. Ryszard Horodecki (Instytut Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Gdańskiego)	2011-2014

Najważniejsze wyniki projektów badawczych zakończonych w 2014 r.

1. Projekt badawczy HOMING PLUS/2012-5/4, pt. „The role of small-scales inhomogenities in general relativity and cosmology”.

kierownik: dr Mikołaj Korzyński

okres realizacji: 4.10.2012-31.12.2014

Uzyskano dwa ważne wyniki dotyczące nieperturbacyjnych, nieliniowych efektów gruboziarnistego uśredniania w ogólnej teorii względności i astrofizyce. Po pierwsze, zbadano granicę kontinuum w sferycznym modelu kosmologicznym z dowolną liczbą dowolnie rozłożonych czarnych dziur. Pokazano, że dla dużej liczby jednorodnie rozłożonych czarnych dziur metryka zbiega, poza bezpośrednim otoczeniem czarnych dziur, do metryki Friedmana.

Drugi wynik dotyczy sytuacji gdy niejednorodności mają postać struktury zagnieżdżonej na wielu skalach. Na przykładzie pewnego ścisłego rozwiązania równań Einsteina pokazano że efekty nieliniowe w OTW mogą być znaczące gdy rozkład materii ma zagnieżdżoną, wielkoskalową strukturę w postaci obszarów pustych (voids) na przemian zagęszczeniami materii (overdense regions).

2. Projekt badawczy Iuventus Plus nr IP2011 048471, pt. „Topologia i geometria korelacji kwantowych”

kierownik: dr Adam Sawicki

okres realizacji: 04.04.2012, 03.04.2014

Celem projektu było zbadanie topologicznych i geometrycznych własności stanów kwantowych, a w szczególności zrozumienie w jaki sposób własności te znajdują swoje odzwierciedlenie w charakteryzacji splątania kwantowego, zarówno w przypadku stanów czystych jak i mieszanych.

W ramach projektu dokonano geometryczno-topologicznej charakterystyki stanów czystych i mieszanych, a w szczególności pokazano w jaki sposób badać czy dwa stany są SLOCC równoważne i jak znaleźć punkty krytyczne liniowej entropii dla układów wielokubitowych. Ustanowiono także związek pomiędzy istnieniem stanów wyjątkowych a rozwiązalnością problemu lokalnej unitarnej równoważności stanów przy użyciu jednocząstkowych macierzy gęstości i dokonano topologicznej i geometrycznej charakteryzacji stanów CC i CQ.

3. Projekt badawczy N N203 512638, pt. „Procesy akrecji materii i emisji promieniowania w błyskach gamma”

kierownik: dr hab. Agnieszka Janiuk

okres realizacji: 20.03.2010, 09.03.2014

Badano przebieg kosmicznych eksplozji związanych z rozbłyskami gamma.

Modelowano przebieg procesu akrecji na obracającą się czarną dziurę i badano powstawanie relatywistycznych dżetów. Zaproponowano scenariusz w którym dwie czarne dziury zlewają się ze sobą we wnętrzu kolapsującej gwiazdy.

4. Projekt badawczy N N202 090329, pt. „Geometria kwantowego splątania”

kierownik: prof. dr hab. Karol Życzkowski

okres realizacji: 22.10.2010, 21.10.2014

Wykorzystując metody geometryczne opisano własności zbioru stanów kwantowych o skończonej liczbie wymiarów N . Przeanalizowano dwuwymiarowe przekroje i rzuty tego zbioru, które powiązano z algebraicznym pojęciem zakresu operatora. Stosując metody teorii grup opisano rozmaitości stanów równoważnych ze względu na lokalne operacje unitarne oraz podano klasyfikacje nierównoważnych form kwantowego splątania, co umożliwia ocenę przydatności stanów do realizacji określonych protokołów przetwarzania informacji kwantowej.

Zdefiniowano nowe zespoły losowych macierzy gęstości, podano przepis ich doświadczalnej realizacji oraz obliczono średnią wartość entropii splątania dla tych zespołów. Wprowadzono nową miarę kwantowego splątania dla czystych układów złożonych, symetrycznych ze względu na permutacje podukładów.

Badano zbiór operacji kwantowych opisujących dowolne oddziaływanie układu kwantowego z zadaną liczbą poziomów z otoczeniem oraz wprowadzono entropię operacji i przeanalizowano jej własności. Przeanalizowano zbiór unistochastycznych operacji kwantowych, w których badany układ oddziałuje z otoczeniem początkowo w stanie maksymalnie zmieszonym i podano jego pełną charakteryzację dla przypadku układów opisanych w dwuwymiarowej przestrzeni Hilberta.

5. Projekt badawczy N N202 125036, pt. „Wykorzystanie prototypowego detektora "Pi of the Sky" do poszukiwań pierwotnej emisji optycznej z rozbłysków gamma oraz innych szybkozmiennych zjawisk astronomicznych kosmicznego pochodzenia w różnych zakresach widma”

kierownik: dr hab. Lech Mankiewicz

okres realizacji: 25.03.2009, 24.03.2014

Celem projektu było wykorzystanie detektora „Pi of the Sky” w Chile do obserwacji szybkozmiennych zjawisk optycznych z wykorzystaniem na jednym z

dwóch obiektywów urządzenia standardowego filtra w zakresie R. Ze zględu na opóźnienie procedury podpisania umowy filtr R zakupiono z innych środków i w lecie 2009 roku rozpoczęto planowane obserwacje urządzeniem umieszczonym w kompule ASAS w Las Campanas Observatory, Niestety, bardzo szybko okazało się że musimy opuścić instalację użytą przez Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Warszawskiego w Las Campanas Observatory. Obserwacje przerwano w październiku 2009 roku. Powodem była awaria kopuły ASAS, która nie została usunięta do końca naszego pobytu w LCO. Przeniesienie detektora w inne, nieznanne miejsce stanowiło poważny problem. W końcu, dzięki wskazówkom kolegów z Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu nawiązaliśmy kontakt z Alainem Maury, właścicielem obserwatorium w San Pedro de Atacama, kilkaset kilometrów na północ od Las Campanas Observatory. SPdA położone jest na mniej więcej tej samej wysokości co LCO a nieco gorsza stabilność atmosfery nie ma w praktyce znaczenia dla obserwacji za pomocą obiektywów o aperturze 72 mm. Centrum Fizyki Teoretycznej PAN podpisało czteroletnią umowę dzierżawy kopuły i w marcu 2011 roku urządzenie zostało przewiezione i zainstalowane w SPdA.

Urządzenie prowadzi stały przegląd nieba z czasem ekspozycji 10 s. i czasem martwym (odczyt matrycy CCD) 2s. Aby zwiększyć stosunek sygnału do szumu przed redukcją zebrane klatki dodawane są po 20 tak że poszczególne pomiary odpowiadają rozdzielczości czasowej 240 sekund.

Warunki w SPdA, przede wszystkim wdzierający się wszędzie kurz, wahania temperatury sięgające kilkudziesięciu stopni Celsjusza oraz niezwykle niska wilgotność nakładają surowe wymagania na elektronikę urządzenia. Ograniczenia na dostępną moc spowodowały konieczność przekonstruowania systemu i oparcia sterowania i analizy danych o jeden, przemysłowy komputer z chłodzeniem konwekcyjnym. Chłodzenie konwekcyjne okazało się niewystarczające w ciągu dnia i zmusiło nas do rezygnacji z analizowania danych on-line (w przeciwnym wypadku procesor rozgrzewał się zbyt mocno, co powodowało automatyczne wyłączenie komputera). System został wyposażony w dodatkowe dyski, na które nagrywano obserwacje (klatki), redukowane po przesłaniu pocztą do Warszawy.

W lutym 2013 roku uległa nieodwracalnej awarii elektronika montażu. Detektor wznowił pracę na początku marca 2014 roku. Wymieniono całkowicie elektronikę sterującą montażem wraz z zasilaniem, detektor wyposażono w nowszą wersję kamer CCD oraz wymieniono komputer sterujący na 4-rdzeniowy komputer przemysłowy chłodzony konwekcyjnie, w którym zamontowano zewnętrzny wiatraczek chłodzący radiator.

Detektor w SPdA pracuje w trybie patrolowym, to znaczy śledzi pole widzenia satelitów poszukujących GRB, przede wszystkim satelity SWIFT. W okresie trwania projektu od 2009 roku opublikowano 8 komunikatów GCN o dolnej granicy jasności poświat bądź prekursorów obserwowanych przez urządzenie w Chile i związanych z rozbłyskami w zakresie gamma obserwowanymi przez satelity rentgenowskie (GCN # 9426, 9463, 12105, 12182, 12646, 12855, 13193, 13738).

W zredukowanych obserwacjach w filtrze R zidentyfikowano ponad 150 obiektów o jasności poniżej 12 mag, których krzywe blasku i/lub identyfikacja w katalogach wskazują na pulsacje charakterystyczne dla Cefeid. Dla 149 obiektów z tej listy uzyskano ponad 200 pomiarów jasności. Analiza obserwacji w filtrze R, na przykład wyznaczanie parametrów krzywych blasku gwiazd zmiennych wymaga danych jak największej precyzji, wiekszej niż rezultat standardowego, automatycznego strumienia analizy danych (pipeline). Tymczasem obserwacje o charakterze przeglądowym, nie dedykowane, wykonane instrumentem o dużym polu widzenia 20 x 20 stopni mogą być jeszcze dodatkowo obciążone różnego rodzaju błędami systematycznymi. W celu

zbadania wpływu nieliniowości optyki detektora na pomiary szczegółowo zbadano i sparametryzowano kształt PSF gwiazdy w zależności od położenia obrazu na chipie CCD. Opracowano nowe algorytmy pozwalające w oparciu o ścisłą, ilościową analizę wybrać z dużego zbioru danych obserwacje o najwyższej jakości w oparciu o a) znajomość fizycznych warunków wykonania obserwacji (bliskość krawędzi chipu, gdzie deformacja optyki jest największa, bliskość satelitów, hotpikseli, fazę księżyca itp.) b) własności tzw. poprawki kolorowej dopasowanej do gwiazd znajdujących się na danej klatce w okolicy rozpatrywanej gwiazdy oraz c) statystyczne własności pomiarów wszystkich gwiazd na danej klatce w porównaniu z innymi klatkami tego samego ciągu pomiarów. Aby poprawić jakość redukcji pomiarów opracowano specjalny pakiet do redukcji danych Luiza. Luiza ma architekturę modułową, pozwalającą na wykorzystanie różnych pakietów do fotometrii, astrometrii, katalogowania oraz wyznaczania poprawek.

Obserwacje w filtrze R wykonane od marca 2011 do grudnia 2012 roku zostały zredukowane i umieszczone w publicznie dostępnej bazie danych. Obserwacje wykonane po grudniu 2012 roku zostały przywiezione do Polski w marcu 2014 roku i znajdują się jeszcze na etapie redukcji. Wyznaczenie parametrów krzywych blasku wykorzystujemy opracowane przez zespół programy Cepheus oraz Cepheids i Cepheids II. Program Cepheids wykorzystuje sieci neuronowe do wyznaczania najbardziej prawdopodobnych wartości parametrów krzywych blasku wybranych gwiazd.

Zespół Pi of the Sky posiada drugi detektor zainstalowany w Hiszpanii. W związku z przystąpieniem Polski do ESA i rozwojem programu Space Situational Awareness przeprowadzono obserwacje paralaksy satelitów geostacjonarnych pomiędzy obserwatoriami w Chile i w Hiszpanii. Analiza obserwacji pokazała że korzystając z tak prostego i niedrogiego sprzętu możliwe jest wyznaczenie promieni orbit satelitów geostacjonarnych z dokładnością 50 km.

Zautomatyzowane teleskopy-roboty są potencjalnymi partnerami programów poszukiwania źródeł fal grawitacyjnych. Zespół Pi of the Sky udostępnił swoje obserwacje dla optymalizacji procedury poszukiwania poświat optycznych dla źródeł fal grawitacyjnych zaobserwowanych przez detektory LIGO i Virgo. W czasie trwania projektu podpisano Memorandum of Understanding w sprawie wykorzystania aparatury Pi of the Sky w kampaniach poszukiwań źródeł fal grawitacyjnych.

Współpraca z zagranicą

Współpraca z zagranicznymi instytutami naukowymi odgrywa w Centrum zasadniczą rolę w realizacji ustanowionego na dany rok programu naukowego. Zarówno tematy badawcze z zakresu badań statutowych, jak i poszczególnych projektów badawczych, prowadzone są często przy współudziale uczonych z zagranicy

W 2013 roku Centrum kontynuowało realizację roku umowy o naukowej współpracy bezpośredniej zawartej w 2011 z grupą placówek niemieckich koordynowaną przez **Institut für Theoretische Physik Universität zu Köln** w ramach projektu badawczego DFG nr SFB/TR-12. W skład grupy wchodziły uniwersytety w

Bochum, Kolonii (Köln) i Duisburgu/Eszen. Ponadto w 2012 roku Centrum podpisało umowę o współpracy z **Uniwersytetem w Monachium** i **Uniwersytetem w Sztokholmie** w ramach konsorcjum QOLAPS powołanego do realizacji **ERC Advanced Grant**. Centrum zawarło umowy o współpracy naukowej ze **Specjalnym Obserwatorium Astronomicznym Rosyjskiej Akademii Nauk** oraz z **5 Instytutem Fizyki Uniwersytetu w Stuttgarcie**. W ramach realizacji grantu Homing Plus Fundacji Nauki Polskiej Centrum współpracuje z **Max-Planck-Institut fuer Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut) w Poczdamie**. Do umowy pomiędzy Polską Akademią Nauk i Rosyjską Akademią Nauk włączono projekt „Transient” realizowany przez zespół „Pi of the Sky”, reprezentowany przez CFT PAN i **Centrum Badań Kosmicznych (IKI) Rosyjskiej Akademii Nauk**.

Centrum Fizyki Teoretycznej współpracuje bez podpisania formalnej umowy z następującymi placówkami naukowymi:

- 1) Oxford University, Oxford, Anglia;
- 2) Uniwersytet Wiedeński, Austria;
- 3) Universite Marseille-Luminy, Department de Physique, Marseille, Francja;
- 4) Universite M. et P. Curie (Paris VI), Francja;
- 5) Institute of Photonic Sciences, Barcelona, Hiszpania;
- 6) Perimeter Institute for Theoret. Physics, Waterloo, Kanada;
- 7) Laboratorium Synchrotronowe HASYLAB przy Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY), Hamburg, Niemcy;
- 8) Max-Planck-Institut für Physik Komplexer Systeme, Drezno, Niemcy;
- 9) Max-Planck-Institut für Mathematik in Naturwissenschaften, Lipsk, Niemcy;
- 10) Uniwersytet w Lipsku, Niemcy,
- 11) Universität Ulm, Abteilung für Quantenphysik, Ulm, Niemcy;
- 12) Uniwersytet w Tuluzie, Francja,
- 13) Instytut Fizyki Uniwersytetu w Sztokholmie, KSzAN, Szwecja,
- 14) International Center for Mathematical Modeling, Växjö University, Szwecja;
- 15) Queen Mary College, Londyn, Anglia;
- 16) University of New Mexico, Department of Physics and Astronomy, Albuquerque, USA;
- 17) University of Arizona, USA;
- 18) CNR-INFN, BEC Center, Uniwersytet w Trydencie, Włochy;
- 19) Politecnico di Milano, Dipartimento di Matematica Applicata, Mediolan, Włochy;

- 20) Università degli Studi di Milano, Istituto di Fisica, Istituto di Matematica, Mediolan, Włochy;
- 21) Uniwersytet w Pawii, Pawia, Włochy;
- 22) Uniwersytet w Neapolu, Włochy,
- 23) Space Research Center (IKI), Russian Academy of Science, Rosja,
- 24) Keldysh Institute for Applied Mathematics, Rosja,
- 25) University of Nevada Las Vegas, USA,
- 26) Harvard Smithsonian Center for Astrophysics, USA,
- 27) University of California Los Angeles, USA,
- 28) University of Science and Technology of China, Hefei, Chiny,
- 29) Inter University Center for Astronomy and Astrophysics, Pune, India,
- 30) Osservatorio Astronomico di Brera/INAF, Mediolan, Włochy,
- 31) Osservatorio Astronomico di Bologna/INAF, Włochy,
- 32) Laboratoire d'Astrophysique de Marseille, Francja,
- 33) Institut d'Astrophysique de Paris, Francja,
- 34) University of Portsmouth, Wielka Brytania,
- 35) University of Edinburgh, Wielka Brytania,
- 36) Uniwersytet w Stuttgarcie, Niemcy,
- 37) IASF/INAF Mediolan, Włochy,
- 38) Uniwersytet w Nagoi, Japonia,
- 39) Technical University of Madrid, Hiszpania,
- 40) Astronomical Institute, Republika Czeska,
- 41) Spanish Research Council, Hiszpania,
- 42) Czech Technical University, Republika Czeska,
- 43) Institute of Physics, Academy of Sciences of the Czech Republic,
- 44) Astrophysics Institute of Canarias – El Teide Observatory, Hiszpania,
- 45) Special Astrophysical Observatory, Rosja,
- 46) University College Dublin, Irlandia,
- 47) University of Malaga, Hiszpania,
- 49) Institute of Astrophysics of Andalusia.
- 50) Uniwersytet Federalny w Rio de Janeiro (Brazylia)
- 51) FRIAS - Freiburg Institute for Advanced Studies (Niemcy)

Współpraca Centrum z zagranicznymi ośrodkami naukowymi jest jednym z najważniejszych elementów działalności Centrum. Wynikiem tej współpracy są

przede wszystkim wykonane wspólnie z kolegami z zagranicy prace naukowe.

Krótkie wyjazdy badawcze zagraniczne pracowników Centrum odgrywają ważną rolę w realizacji zadań naukowych naszej placówki oraz w utrzymaniu wysokiego poziomu osiągnięć naukowych placówki na tle nauki światowej. Przyjazdy fizyków z zagranicznych ośrodków naukowych umożliwiają przeprowadzenie wnikliwych dyskusji naukowych, a wygłaszane przez gości seminaria mają za słuchaczy nie tylko pracowników Centrum, ale też pracowników innych instytutów naukowych oraz Uniwersytetu Warszawskiego i Politechniki Warszawskiej.

Uczestnictwo w międzynarodowych konferencjach naukowych służy prezentacji wyników naukowych Centrum na forum międzynarodowym.

Wykaz publikacji pracowników CFT PAN w 2014 roku

Lp.	Autorzy	Tytuł	Czasopismo
1.	A.Jamiołkowski, G.Pastuszek	Generalized Shemesh criterion, common invariant subspaces and irreducible completely positive superoperators	Linear and Multilinear Algebra, 12
2.	M. Korzyński	Backreaction and continuum limit in a closed universe filled with black holes	Classical and Quantum Gravity, 31 085002 (2014)
3.	M. Ławniczak, Sz. Bauch, A.Sawicki, M. Kuś , L. Sirko	Resonances and poles in isoscattering microwave networks and graphs	Physical Review E, 32911, 6 str.
4.	A. Sawicki, M. Oszmaniec, M. Kuś	Convexity of momentum map, Morse index, and quantum entanglement	Reviews in Mathematical Physics, 1450004, 39 str.
5.	L.Mankiewicz, M.Siudek, R.Opiela, (...)	First searches for optical counterparts to gravitational-wave candidate events	The Astrophysical Journal Supplement Series, 1-25, 25 str.
6.	A. E. Rastegin, K. Życzkowski	Jarzynski equality for quantum stochastic maps	Physical Review E, 12127, 10 str.
7.	Ł. Rudnicki , Z. Puchała, K.Życzkowski	Strong Majorization Entropic Uncertainty Relations	Physical Review A, 052115, 11 str.
8.	T. Świsłocki, J. Bauer, M. Gajda, M. Brewczyk	Resonant dynamics of chromium condensate	Physical Review A, 023622, 11 str.
9.	J.M. Harrison, J.P. Keating, J.M. Robbins, A. Sawicki	n-Particle Quantum Statistics on Graphs	Communications in Mathematical Physics, 34 str.
10.	A. Verdeny, Ł. Rudnicki , C. A. Müller, F. Mintert	Optimal Control of Effective Hamiltonians	Physical Review Letters, 010501, 5 str.
11.	M. Oszmaniec , P.Suwara, A. Sawicki	Geometry and topology of CC and CQ states	Journal of Mathematical Physics 62204, 20 str.
12.	P. Migdał, J. Rodríguez-Laguna, M. Oszmaniec , M. Lewenstein	Multiphoton states related via linear optics	Physical Review A, 62329, 12 str.
13.	M. Oszmaniec, M. Kuś	Fraction of isospectral states exhibiting quantum correlations	Physical Review A, 010302(R), 5 str.
14.	A. Janiuk	Nucleosynthesis of elements in the gamma-ray burst engines	Astronomy and Astrophysics, A105 (8 str.)
15.	M. Oszmaniec, J.Gutt, M. Kuś	Classical simulation of fermionic linear optics augmented with noisy ancillas	Physical Review A, 020302(R), 4 str.
16.	D. Spehner, K. Pawłowski , G. Ferrini, A. Minguzzi	Effect of one-, two-, and three-body atom loss processes on superpositions of phase states in Bose-Josephson junctions	European Physical Journal B, 157, 22 str.
17.	A. Maciejewski, M. Przybylska, T. Stachowiak	Analytical method of spectra calculations in the Bargmann representation	Physics Letters A, 3445, 7 str.
18.	I.Bialynicki-Birula	Local and nonlocal observables in quantum optics	New Journal of Physics, 113056
19.	A.Lakshminarayan, Z. Puchała,	Diagonal unitary entangling gates	Physical Review A,

	K. Życzkowski	and contradiagonal quantum states	32303
20.	Ł. Rudnicki , Z. Puchała, P. Horodecki, K. Życzkowski	Constructive entanglement test from triangle inequality	Journal of Physics A, 424035
21.	D. Goyeneche, K.Życzkowski	Genuinely multipartite entangled states and orthogonal arrays.	Physical Review A, 22316
22.	Z. Białynicka-Birula, I. Białynicki-Birula	Polarization-dependent heating of the cosmic microwave background radiation by a magnetic field	Physical Review. D, 127303
23.	T. Świśłocki, M. Gajda , M. Brewczyk	Improving observability of the Einstein-de Haas effect in a rubidium condensate	Physical Review A, 063635, 6 str.
24.	J. Kijowski	Geometric structure of the arrival time operator	Int. Journ. Geom. Meth. Mod. Phys., 1460021, 8 str.
25.	D. An, P. Nurowski	Twistor space for rolling bodies	Commun. Math. Phys., 393-414
26.	R.A. Gover, P. Nurowski	Calculus and invariants on almost complex manifolds, including projective and conformal geometry	Illinois Journal of Mathematics, 383-427

Rozdziały w monografiach

Lp.	Autorzy	Tytuł rozdziału	Monografie
1.	M.Kuś	Geometry of quantum correlations	Mathematical Structures of the Universe, 155-176

Publikacje konferencyjne

Lp.	Autorzy	Tytuł	Publikacje konferencyjne
1.	Mankiewicz, L. ; Batsch, T.; Castro-Tirado, A.; Czyrkowski, H.; Cwiek, A.; Cwiok, M.; Dabrowski, R.; Jelínek, M.; Kasprowicz, G. ; Majcher, A.; Majczyna, A.; Malek, K.; Nawrocki, K.; Obara, L.; Opiela, R. ; Piotrowski, L. W.; Siudek, M. ; Sokolowski, M.; Wawrzaszek, R.; Wrochna, G.; Zaremba, M.; Żarnecki, A. F.	Pi of the Sky full system and the new telescope	Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica (Serie de Conferencias), 45, 7—11, (2014)
2.	R Opiela ; K Małek ; L Mankiewicz ; M Siudek ; M Sokołowski ;A F. Żarnecki	Pi of the Sky full system and the new telescope	Proc. SPIE 9290, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2014

3.	A. Cwiek, L. Mankiewicz , T. Batsch, A. Castro-Tirado, H. Czyrkowski, M. Cwiok, R. Dabrowski, M. Jelínek, G. Kasprowicz , A. Majcher, K. Małek, K. Nawrocki, L. Obara, R. Opiela , L. W. Piotrowski, M. Siudek , M. Sokolowski, R. Wawrzaszek, G. Wrochna, M. Zaremba, A. F. Zarnecki	Pi of the Sky robotic observatories in Chile and Spain	Proc. SPIE 9290, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2014
4.	R. Opiela et.al.	Pi of the Sky preparations towards advanced gravitational detector era	<i>Proc. SPIE</i> 9290, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2014
5.	R. Opiela et.al.	Comparison of different photometric algorithms on Pi of the Sky data	<i>Proc. SPIE</i> 9290, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2014
6.	R. Opiela , K Małek, L Mankiewicz , M Siudek , M Sokołowski, A F. Żarnecki	Summary of the Pi of the Sky photometry improving methods	<i>Proc. SPIE</i> 9290, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2014
7.	A. Cwiek, T. Batsch, H. Czyrkowski, M. Cwiok, R. Dąbrowski, G. Kasprowicz , A. Majcher, K. Małek, L. Mankiewicz , K. Nawrocki, R. Opiela , L. W. Piotrowski, M. Siudek , M. Sokołowski, R. Wawrzaszek, M. Zaremba, A. F. Żarnecki	Pi of the Sky. Roboty w badaniach astrofizycznych	Wykorzystanie Małych Teleskopów (Kraków-Koninki, May 10-12 2013)
8.	P. Suková , O. Semerák	Geodesic Chaos in Perturbed Black-Hole Fields	Springer Proceedings in Physics 157, 2014, pp 449-453, DOI, 10.1007/978-3-319-06761-2_64, Print ISBN 978-3-319-06760-5
9.	O Hul, M Ławniczak, S Bauch, A Sawicki , M Kuś , L Sirko	Are Scattering Properties of Networks Uniquely Connected to Their Shapes?	Low-Dimensional Functional Materials NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics 2013, pp 127-137

10.	Obara, L.; Cwiek, A.; Cwiok, M.; Majcher, A.; Mankiewicz, L. ; Zarnecki, A. F.	Pi of the Sky contributions to the GLORIA project	Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica (Serie de Conferencias), 45, 118—122, (2014)
11.	Azócar, D.; Beskin, G.; Cabello, J.; Castro-Tirado, A. J.; Cedazo, R.; Cuesta, L.; Cunniffe, R.; González, E.; González-Rodríguez, A.; Gorosabel, J.; Hanlon, L.; Hudec, R.; Jakubek, M.; Janeček, P.; Jelínek, M.; Lara-Gil, O.; Linttot, C.; López-Casado, M. C.; Malaspina, M.; Mankiewicz, L. ; Maureira, E.; Maza, J.; Muñoz-Fernández, E.; Nicastro, L.; O'Boyle, E.; Palazzi, E.; Páta, P.; Pérez del Pulgar, C. J.; Pio, M. A.; Prouza, M.; Sánchez Moreno, F. M.; Serena, F.; Serra-Ricart, M.; Simpson, R.; Sprimont, P.; Strobl, J.; Topinka, M.; Vitek, S.; Zarnecki, A. F.	The GLObal Robotic telescopes Intelligent Array for e-science (GLORIA)	Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica (Serie de Conferencias), 45, 104—109, (2014)
12.	A. Wróbel, C. Radzewicz, L. Mankiewicz , P. Hottowy, E. Knapska, W. Konopka, E. Kublik, K. Radwańska, W. J. Waleszczyk, D. K. Wójcik	Neuroengineering control and regulation of behavior	Proc. SPIE 9290, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2014, 9290, 9290S (2014)
13.	G. Kasprowicz, B. Juszczyk, L. Mankiewicz	Distributed control network for optogenetic experiments	Proc. SPIE 9290, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2014, 9290, 9290Z (2014)
14.	Puścian A., Boguszewski P., Łęski S., Kasprowicz G. , Winiarski M., Meyza K., Knapska E.	Eco-HAB - fully automated, ecologically-relevant assay for evaluation of social deficits in mice	Brain Conference: Social Brain 5-8.10.14, Kopenhaga; Aspects of Neuroscience 14 - 16.11.14, Warszawa
15.	A. Janiuk, B. Kamiński	Nucleosynthesis of elements in the outflows from gamma ray bursts	The X-ray Universe 2014, edited by Jan-Uwe Ness. Online at http://xmm.esac.esa.int/external/xmm_science/workshops/2014symposium/ , id.261
16.	M. Grzędzielski, A. Janiuk , F. Capitanio	Modeling the heartbeat state in the microquasar IGR J17091-3624	The X-ray Universe 2014, edited by Jan-Uwe Ness. Online at

			http://xmm.esac.esa.int/external/xmm_science/workshops/2014symposium/ , id.254
17.	A. Janiuk , M. Bejger, S. Charzyński	Gamma Ray Bursts from Binary Black Holes	The X-ray Universe 2014, edited by Jan-Uwe Ness. Online at http://xmm.esac.esa.int/external/xmm_science/workshops/2014symposium/ , id.92
18.	P. Bagińska, A. Różańska, A. Janiuk , B. Czerny	Testing accretion disk instabilities in X-ray binaries	Proceedings of the XXXVI Polish Astronomical Society Meeting, 11-14 September, 2013. Eds. A. Różanska and M. Bejger. (pp.140-143)
19.	A. Różańska, M. Bałucińska-Church, M. Church, B. Czerny, A. Janiuk , F. Capitanio, P. Bagińska	The Large Observatory For X-ray Timing (LOFT)	Proceedings of the XXXVI Polish Astronomical Society Meeting, 11-14 September, 2013. Eds. A. Różanska and M. Bejger. (pp.77-81)
20.	I. Białynicki-Birula	Relativistic Wigner functions	EPJ Web of Conf. 78, 01001 (2014)
21.	M. Grzędzielski	Accretion Disk Modeling	Proceedings of the Polish Astronomical Society, vol 1., 148-150 (2014)

Publikacje popularno-naukowe i inne

Lp.	Autorzy	Tytuł	Wydawnictwo
1.	dr Krzysztof Pawłowski	Kondensat Bosego-Einsteina: o najzimniejszych atomach świata	Uniwersytet Warszawski
2.	dr hab. Agnieszka Janiuk prof. Kazimierz Rzażewski,	Bajka Druga	Urania/Postępy Astronomii, nr. 3/2014
3.	Wojciech Słomczyński, Karol Zyczkowski	Każdy głos się liczy !	Wydawnictwo Sejmowe, 2014
4.	dr hab. Lech Mankiewicz	Portal Gloria	http://lechmankiewicz.innpoland.pl/113873,portal-gloria
5.	dr hab. Lech Mankiewicz	Godzina kodowania	http://lechmankiewicz.innpoland.pl/114043,godzina-kodowania
6.	dr hab. Lech Mankiewicz	Polacy wracają z GEM2014 z tarczą	http://lechmankiewicz.innpoland.pl/114163,polacy-wracaja-z-tarcza-z-igem-2014
7.	dr hab. Lech Mankiewicz	Dlaczego nic z tego nie będzie?	http://lechmankiewicz.innpoland.pl/114185,dlaczego-nic-z-tego-nie-bedzie
8.	dr hab. Lech Mankiewicz	Długie ucho Ziemi	http://lechmankiewicz.innpoland.pl/114267,dlugie-ucho-ziemi
9.	dr hab. Lech Mankiewicz	EarthKAM- fotografowanie Ziemi z pokładu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej	http://lechmankiewicz.innpoland.pl/114455,earthkam-fotografowanie-ziemi-z-pokladu-miedzynarodowej-stacji-kosmicznej

10.	prof. Łukasz Turski	Dawno temu w Europie	http://www.project-syndicate.pl/arttykul/dawno-temu-w-europie,506.html
11.	prof. Łukasz Turski	Naukowa podróż w czasie	http://www.project-syndicate.pl/arttykul/naukowa-podroz-w-czasie,606.html
12.	prof. Łukasz Turski	Cień olimpijskiego znicza	http://www.project-syndicate.pl/arttykul/cien-olimpijskiego-znicza,666.html
13.	prof. Łukasz Turski	57 centów	http://www.project-syndicate.pl/arttykul/57-centow,744.html
14.	prof. Łukasz Turski	Zawsze tak ginęli	http://www.project-syndicate.pl/arttykul/zawsze-tak-gineli,822.html
15.	prof. Łukasz Turski	Dwadzieścia pięć lat z okładem	http://www.project-syndicate.pl/arttykul/dwadzieścia-pięć-lat-z-okładem,875.html
16.	prof. Łukasz Turski	Snajper spod Galipoli	http://www.project-syndicate.pl/arttykul/snajper-spod-gallipoli,948.html
17.	prof. Łukasz Turski	Sto lat po skandalu	http://www.project-syndicate.pl/arttykul/sto-lat-po-skandalu,1018.html
18.	prof. Łukasz Turski	Jesień nauczania	http://www.project-syndicate.pl/arttykul/jesien-nauczania,1095.html
19.	prof. Łukasz Turski	Ebolau bram	http://www.project-syndicate.pl/arttykul/ebolau-bram,1163.html
20.	prof. Łukasz Turski	Zew przestworzy	http://www.project-syndicate.pl/arttykul/zew-przestworzy,1224.html
21.	prof. Łukasz Turski	Ticker tape i polska informatyzacja	http://www.project-syndicate.pl/arttykul/ticker-tape-i-polska-informatyzacja,1305.html

Referaty wygłoszone na konferencjach krajowych i międzynarodowych

Lp.	Autor	Tytuł wykładu	Nazwa konferencji /seminarium
1.	Mikołaj Korzyński	Backreaction and continuum limit in a closed universe filled with black holes	4th Central European Relativity Seminar, Instytut Erwina Schroedingera, Wiedeń, Austria 27.02.2014-01.03.2014
2.	Mikołaj Korzyński	Nonlinear effects of gravity from multiscale structure	Pierwsza Konferencja Polskiego Towarzystwa Relatywistycznego, Spała 28.06.2014-03.07.2014
3.	Łukasz A. Turski	Uczymy dziecko a nie przedmiotu	Konferencja ORE. Kraków 12.005.2014
4.	Łukasz A. Turski	Nauka i Sztuka	V. Festiwal Sztuki Miasto Gwiazd. Żyrardów, 6.09.2014

5.	Łukasz A. Turski	Education and IT. Constructive and destructive interference with examples	Keynote Lecture: EADTU Conference. 23.10.2014
6.	Łukasz A. Turski	Czy Wolność Joulami sie Mierzy	Wykład Inauguracyjny 2014 w Collegium Civitas. Warszawa
7.	Łukasz A. Turski	Karlejacy Świat	Niemiecki Instytut Historyczny w Warszawie-Stowarzyszenie sty- pendystów Humboldta. 11 gru- dzień 2014
8.	Łukasz Rudnicki	Optimal Control of Effective Hamiltonians	Annual Meeting of Deutsche Physikalische Gesellschaft, Berlin, 18.03.2014
9.	Agnieszka Janiuk	Astro-Black Holes at All Scales	99 years of Black Holes - from Astronomy to Quantum Gravi- ty, 22-24.05.2014, Poczdam
10.	Agnieszka Janiuk	Gamma Ray Bursts from Binary Black Holes	The X-ray Universe 2014, 16- 19.06.2014, Dublin
11.	Agnieszka Janiuk	Nucleosynthesis of elements in GRB engines	Swift: 10 years of Discovery, 02- 05.12.2014, Rzym
12.	Iwo Białynicki-Birula	Heating of the CMB radiation by magnetic field	Perspectives of Quantum Atom Physics, Stuttgart, 13-14.11.2014,
13.	Krzysztof Pawłowski	Generation of entangled atomic states in the cavity- V , feedback scheme	Quantum Technologies Conference Kraków, 7-13.09.2014
14.	Kazimierz Rzązewski	Measurement of Bose- Einstein condensate and Classical Fields Approximation	Bergefest, Singapur, 22-26 kwietnia, zaproszony wykład
15.	Kazimierz Rzązewski	Bose-Einstein Condensation and Optics	Kongres ICO23, Santiago de Compostela, 26-29 sierpnia, wykład plenarny
16.	Kazimierz Rzązewski	Classical Fields and Measurement of Bose- Einstein Condensate	DAMOP, Madison, Wisconsin, USA 2-6 czerwca contributed talk
17.	Mariusz Gajda	Resonant spin dynamics in Rubidium condensates	SFB Meeting, October 9 - 10, 2014, Innsbruck, wykład zaproszony
18.	Tomasz Stachowiak	Non-integrability of motion in the Zipoy-Voorhees space- time	Seminarium wydziału fizyki, Uniwersytet Szczeciński, 28 marca 2014, referat zaproszony
19.	Tomasz Stachowiak	Solvability and quantization in the Bargmann representation	7th Symposium on Integrable Systems, Akademia Górniczo- Hutnicza Kraków, 27-28 czerwca 2014, referat

20.	Tomasz Stachowiak	A connection between the Galois group and quantization in the	Algebraic Methods in Dynamical Systems, Barranquilla, Kolumbia, 5-11 październik 2014, referat zaproszony
21.	Petra Suková	Shocks in the low angular momentum accretion flows	Spanish Relativistic Meeting ERE 2014, Valencia, Spain, 1-5 September, contributed oral presentation
22.	Petra Suková	Shocks in the low angular momentum accretion flows	RAGtime 16, 11-19 October, Praha, invited oral presentation
23.	Petra Suková	The hysteresis-like behaviour of the shock front in low angular momentum flows	Meeting with Copernicus & Hevelius: confrontations with relativistic astrophysics, 8-13 December, Kraków, invited oral presentation
24.	Paweł Nurowski	On geometry of simple nonholonomic systems	Cykl 4ch zaproszonych wykładów ogłoszonych w CIMAT, Centro de Investigacion en Matematicas, Guanajuato, Meksyk, 13-27 luty 2014
25.	Paweł Nurowski	Gravitational Slingshot and Space Mission Design	Colloquium w CIMAT, Centro de Investigacion en Matematicas, Guanajuato, Meksyk, 26 luty 2014
26.	Paweł Nurowski	Hunting for a G2 snake	International Meeting on Lorentzian and Conformal Geometry, Alfred Krupp Wissenschaftskolleg Greifswald, Niemcy, 18-21 Marzec 2014
27.	Paweł Nurowski	On a certain singular Pfaffian system in dimension six	Eduard Cech Institute Differential Geometry and Physics Conference, Trest, Czechy, 23-25 Październik 2014
28.	Paweł Nurowski	Rolling without slipping or twisting. A few surprises.	Gravitational Physics invited talk, Faculty of Physics, University of Vienna, 8 Maj 2014
29.	Jan Gutt i Paweł Nurowski	Goldberg-Sachs theorem in even-dimensional conformal geometry	Pierwsza Konferencja Polskiego Towarzystwa Relatywistycznego, Spała 28.06.2014-03.07.2014
30.	Marek Kuś	<i>Geometry of multiparticle entanglement,</i>	Bergefest, Workshop on Quantum Information and Quantum Optics, Singapur, 22-26 kwietnia, wykład zaproszony
31.	Marek Kuś	Czy mechanika klasyczna jest deterministyczna a kwantowa robabilistyczna?	X Ogólnopolska Konferencja Filozofii Fizyki, Poznań, 7-8.03.2014
32.	Grzegorz Kaspro-wicz	Distributed control network for optogenetic experiments	XXXIV-th IEEE-SPIE Symposium Wilga 2014, 26.05-01.06.2014

33.	Bartek Juszczyk	Protocols and data exchange in optogenetic experiments	XXXIV-th IEEE-SPIE Symposium Wilga 2014, 26.05-01.06.2014
34.	Karol Życzkowski	<i>Strong entropic uncertainty relations</i>	Quantum Physics, National University of Singapore, 22-25.04.2014
35.	Karol Życzkowski	<i>Strong entropic uncertainty relations</i>	Quantum 2014, Torino, Italy, 27-30.04.2014
36.	Karol Życzkowski	<i>Quantum information and Hadamard matrices</i>	Workshop on Hadamard matrices, University of Lethbridge, Canada, 10-11.07.2014,
37.	Karol Życzkowski	<i>Multipartite entangled states, orthogonal arrays & Hadamard matrices</i>	Iranian Conference on Quantum Information, Esfahan, 6-9.09.2014
38.	Karol Życzkowski	<i>Strong entropic uncertainty relations</i>	Italian Quantum Information Symposium, Salerno, 17-18.09.2014,
39.	Karol Życzkowski	<i>Numerical range of Ginibre matrices and Dvoretzky theorem</i>	Workshop Random Matrices, Yad Hashmona, Israel, 23-25.10.2014,
40.	Karol Życzkowski	<i>Geometry of Quantum States: when the cube becomes round</i>	Geometry of Quantum Theory Brunel University, London 2-2.10.2014,
41.	Karol Życzkowski	<i>Non unitary maps, random matrices and convolutions of Marchenko-Pastur distributions</i>	Workshop Random Matrices, Brunel University, London 11-12.12.2014,
42.	Mirosław Brewczyk	Density correlation function of expanding Bose gas	CAP-ProQuP Workshop, Vienna 2-4.06.2014, wykład zaproszony
43.	Mirosław Brewczyk	Detecting and imaging single Rydberg electrons in a Bose-Einstein condensate	23th International Laser Physics Workshop, Sofia, 14-18.07.2014 contributed talk
44.	Rafał Opiela	Comparison of different photometric algorithms on Pi of the Sky data	XXXIV-th IEEE-SPIE Symposium Wilga 2014, 26.05-01.06.2014

Warszawa, 16 marca 2015 r.

Sprawozdanie przyjęte przez Radę Naukową Centrum Fizyki Teoretycznej PAN

20.03.2015 r.