

**RECENZJA DOROBKU NAUKOWEGO
DRA ADAMA CHUDECKIEGO.**

Informacje ogólne. Pan dr Adam Chudecki ukończył z tytułem magistra kierunek fizyki na Wydziale Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej Politechniki Łódzkiej w 2002 roku. Tytuł jego rozprawy magisterskiej to: *Przestrzeń fazowa układów kwantowych*. W 2009 roku obronił rozprawę doktorską pt. *Równania hiperniebiańskie Plebańskiego-Robinsona-Finleya w teorii względności*. Promotorem doktoratu by prof. dr hab. Maciej Przanowski. Dr Adam Chudecki pracuje na Politechnice Łódzkiej jako asystent od 2002 roku.

Osiągnięcia naukowe. Osiągnięcia naukowe dr Adama Chudeckiego, o których jest mowa w art.16 ust.2 ustawy z dnia 14 marca 2003r to cykl ośmiu artykułów [H-1]-[H-8] opisanych w autoreferacie, które będą nazywał rozprawą. Cykl ma charakter rozprawy dotyczącej opisu przestrzeni hiperniebiańskich i symetrii występujących w tych przestrzeniach.

Przestrzenie hiperniebiańskie zostały wprowadzone przez J.F. Plebańskiego i I. Robinsona, którzy zbadali ich podstawowe własności. Przestrzeń hiperniebiańska to 4-wymiarowa zespolona rozmaitość z holomorficzną metryką spełniającą próżniowe równanie Einsteina ze stałą kosmologiczną Λ i taka że część W^+ (lub W^-) tensora Weyla W jest algebraicznie specjalna. Zgodnie z twierdzeniem Goldberga-Sachsa przestrzeń hiperniebiańska z algebraicznie specjalnym tensorem W^+ posiada kongruencję SD strun zerowych (cns) generowaną przez spinor m^A . Wyróżniamy dwa typy przestrzeni hiperniebiańskich-ekspandujące i nie-ekspandujące. Wyposażone są one w odpowiednio ekspandujące (nie-ekspandujące) kongruencje strun zerowych.

W pracach [H-1],[H-2] autor bada symetrie w nieekspandujących przestrzeniach hiperniebiańskich. Metryka w takich przestrzeniach ma postać: $ds^2 = 2(-dp^A dq_A + Q^{A\dot{B}} dq_{A\dot{B}})$. W pracy [H-1] autor pokazuje, że równania Killinga można zredukować do jednego równania i szczegółowo bada to równanie w przestrzeniach różnych typów algebraicznych. Autor udowadnia w [H-2] między innymi że każde pole Killinga, pole homotetyczne lub właściwe pole konforemne w przestrzeniach hiperniebiańskich typu $[II, III, N]^n \otimes [any]$ lub $[D]^{nn} \otimes [any]$ ma postać $K = \delta^{\dot{B}} \frac{\partial}{\partial q^{\dot{B}}} + (2\chi p^{\dot{b}} + \frac{\partial \delta^M}{\partial q^{\dot{B}}} p_M + \epsilon^{\dot{B}}) \frac{\partial}{\partial p^{\dot{B}}}$, a równania Killinga redukuje do jednego równania master. Autor podaje wiele przykładów nieekspandujących przestrzeni hiperniebiańskich wyposażonych w symetrie.

Autor w [H-3] szczegółowo opisuje postać pól Killinga w ekspandujących przestrzeniach hiperniebiańskich. Metryka w takich przestrzeniach ma postać:

$$ds^2 = (\phi\tau)^{-2}(2\tau(d\eta dw - d\phi dt) + 2(-\tau^2\phi W_{\eta\eta} + \mu\phi^3 + \frac{\Lambda}{6})dt^2 + 4\tau^2(W_{\eta} - \phi W_{\eta\phi})dw dt + 2\tau^2(2W_{\phi} - \phi W_{\phi\phi})dw^2,$$

gdzie W jest funkcją kluczową. Autor uogólnia wyniki A. Sonleitnera i J.D. Finleya na przypadek niezerowej stałej kosmologicznej. Pokazuje że każde pole Killinga lub pole homotetyczne ma postać: $K = a\frac{\partial}{\partial w} + b\frac{\partial}{\partial t} + (b_t - 2\chi_0)\phi\frac{\partial}{\partial\phi} + ((2b_t - a_w - 2\chi_0)\eta + b_w\phi - \tau\epsilon)\frac{\partial}{\partial\eta}$ a równania Killinga redukują się do równania master. Autor podaje ciekawe przykłady metryk posiadających symetrie w tym zerowe pole Killinga.

W pracy [H-4] autor bada związki pomiędzy istnieniem zerowych pól Killinga i zerowych pól homotetycznych a istnieniem kongruencji strun zerowych do której to pole jest styczne. Autor dowodzi, że zerowe właściwe pole homotetyczne (tzn. $L_K g = \chi g$ gdzie $\chi \neq 0$ jest stałą i $g(K, K) = 0$) dopuszczalne jest jedynie przez przestrzenie typu $[N, -]^e \otimes [III, -]^n$. Wskazuje również ogólną metrykę typu $[N]^e \otimes [III]^n$ z zerowym, właściwym polem homotetycznym.

W pracy [H-5] autor uzyskał klasyfikację bezśladowego tensora Ricciego czterowymiarowej rozmaitości neutralnej. Autor znalazł 9 głównych typów i 33 podtypy bezśladowego tensora Ricciego.

W pracy [H-6] autor bada zespolone i neutralne rzeczywiste przestrzenie parahermitowskie i para-Kählerowskie. Przestrzeń (M, g, J) z neutralną metryką g i strukturą $J \in \text{End}(TM)$ taką, że $J^2 = id_{TM}$ i $tr J = 0$ nazywa się strukturą parahermitowską gdy $g(JX, JY) = -g(X, Y)$ i $[X, Y] - J[JX, Y] - J[X, JY] + [JX, JY] = 0$ czyli gdy prawie parahermitowska struktura J jest całkowalna. Przestrzeń para-Hermitowska jest przestrzenią para-Kählera gdy $d\Omega = 0$ gdzie $\Omega(X, Y) = g(JX, Y)$. Autor konstruuje wiele nowych przykładów parahermitowskich i para-Kählerowskich metryk Einsteina.

W pracy [H-7] autor definiuje klasę słabych przestrzeni hiperniebiańskich. Autor pokazuje związki pomiędzy typami algebraicznymi spinora SD Weyla z własnościami SD kongruencji strun zerowych. Autor bada również jakie algebraiczne typy bezśladowego tensora Ricciego są dopuszczane przez przestrzeń wyposażoną w jedną bądź dwie nieekspandujące kongruencje strun zerowych.

W pracy [H-8] bada zespolone przestrzenie hiperniebiańskie typu $[N] \otimes [N]$ z $\Lambda = 0$. Przestrzenie te klasyfikuje używając własności kongruencji SD i ASD strun zerowych i ich przecięcia. Autor znajduje metryki typów $[N]^n \otimes [N]^n, [-], [N]^e \otimes [N]^n, [-], [N]^e \otimes [N]^n, [++], [N]^e \otimes [N]^e, [-], [N]^e \otimes [N]^e, [+], [N]^e \otimes [N]^e, [++]$ gdzie symbol $[+-]$ wskazuje własności kongruencji geodezyjnych zerowych danych przez przecięcie kongruencji strun zerowych. W pracy autor znajduje cięcia lorentzowskie metryk zespolonych typu $[N]^e \otimes [N]^e, [+]$, które są klasą metryk Robinsona-Trautmana.

Publikacje na których oparta jest rozprawa tworzą spójny jednotematyczny cykl. Autor stosuje w rozumowaniach różnorakie techniki zaczerpnięte z teorii spinorów, geometrii riemannowskiej, geometrii pseudo-riemannowskiej, równań różniczkowych.

Rozprawa stanowi znaczący wkład w teorię rozmaitości Einsteina, czterowymiarowych rozmaitości pseudo-Riemannowskich i Ogólną Teorię Względności. Autor wykazał się dużą umiejętnością stosowania technik spinorowych w geometrii przestrzeni hiperniebiańskich. Uogólnił klasyczne wyniki znanych fizyków i matematyków jak Finley, Plebański, Robinson. Co prawda autorowi nie udało się znaleźć nowych lorentzowskich metryk Einsteina jako cięć lorentzowskich przestrzeni hiperniebiańskich ale uczynił postęp w badaniu neutralnych przestrzeni Einsteina.

Prace wchodzące w skład rozprawy zostały opublikowane w Classical and Quantum Gravity IF 3,823, International Journal of Geometric Methods in Modern Physics, IF 0,45, General relativity and Gravitation, IF 1,721 Acta Physica Polonica B, IF 0,875, Journal of Geometry and Physics IF 0,712, Journal of Mathematical Physics, IF 1,165.

Zasopisma te znajdują się w bazie JCR zatem spełniają wymogi Rozporządzenia Ministra z dnia 1 września 2011 w sprawie oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Poza publikacjami wchodzącymi w skład cyklu monotematycznego dr Chudecki jest autorem 9 publikacji naukowych opisanych w autoreferacie jako [P-1]-[P-9]. W pracach tych pokazuje ciekawe związki między przestrzeniami hiperniebiańskimi i czterowymiarowymi przestrzeniami Ossermana oraz Walkera. W sumie dr Chudecki jest autorem bądź współautorem 17 publikacji, z których wszystkie znajdują się na liście filadelfijskiej.

Dr Adam Chudecki był nagradzany przez rektora Politechniki Łódzkiej za swoje osiągnięcia naukowe. Prace dr Chudeckiego są cytowane 65 razy a bez autocytowań 23 razy. Indeks Hirscha według bazy Scopus to 5, a bez autocytowań 2. Jest również recenzentem w znanych czasopismach matematycznych. Dr Chudecki nakreślił również w auto-referacie ambitny plan przyszłych badań naukowych.

Działalność dydaktyczna i organizacyjna. Pan dr Adam Chudecki został wielokrotnie nagrodzony przez rektora Politechniki Łódzkiej za swoją działalność dydaktyczną. Jest autorem wykładów z fizyki technicznej dla studentów Politechniki Łódzkiej. Przygotował też dydaktyczne materiały e-learningowe dla Centrum Nauczania Fizyki i Matematyki Politechniki Łódzkiej. Brał wielokrotnie udział w Pikniku Naukowym Polskiego Radia podczas którego prowadził wykłady i pokazy.

Podsumowanie. Reasumując, uważam że dorobek naukowy i działalność naukowa, dydaktyczna i organizacyjna dr Adama Chudeckiego spełnia wszystkie wymogi ustawy o tytule naukowym i stopniach naukowych konieczne do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

Włodzimierz Jelonek