



prof. dr hab. inż. Iwona Grabowska-Bołd  
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej  
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica

Kraków, 27 lipca 2022 roku

**Ocena osiągnięcia naukowego dr Georgui Kornakov Van pt. "Zderzenia ciężkich jonów: femtometrowe laboratoria do badań diagramu fazowego materii jądrowej i oddziaływań hadron-hadron dla wielkości energii od SIS-18 do LHC" w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk Ścisłych i Przyrodniczych w dyscyplinie Nauki Fizyczne**

**Sylwetka kandydata**

Pan dr Georgui Kornakov Van jest fizykiem doświadczalnym, specjalizującym się w badaniach zderzeń ciężkich jonów. Dyplom magistra fizyki uzyskał w roku 2009 na Wydziale Fizyki Universidad de Santiago de Compostela w Hiszpanii na kierunku Fotonika i technologie laserowe. W dniu **20 grudnia 2012 roku** otrzymał **stopień naukowy doktora** nauk fizycznych na Universidad de Santiago de Compostela broniąc rozprawę doktorską pt "New advances and developments of the RPC TOF wall of the HADES experiment at GSI" pod kierunkiem prof. Juan Antonio Garzón Heydt. W latach 2013-2019 dr Kornakov pracował na stanowisku typu postdok na Technical University Darmstadt/GSI w Niemczech oraz Institute of Nuclear Physics (IKP), ViP-QM/HADES. Zajmował się utrzymaniem systemu Time-of-Flight (TOF), jego kalibracją oraz symulacją w GEANT. Ponadto opracował oprogramowanie do rekonstrukcji zderzeń, identyfikacji cząstek i oceny jakości danych. W danych ze zderzeń (złoto-złoto) Au+Au zebranych przez eksperyment HADES badał sygnały korelacyjne. Od roku 2019 dr Kornakov pracuje na stanowisku adiunkta na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej w Zakładzie Fizyki Jądrowej. Zajmuje się analizą oddziaływań hadron-hadron w danych ze zderzeń ciężkich jonów w eksperymencie ALICE na LHC ze szczególnym uwzględnieniem układów pion-kaon, kaon-proton oraz kaon-deuteron. W roku 2019 odbył 2-miesięczną wizytę w laboratorium CERN w charakterze wizytującego naukowca, gdzie pracował nad analizą danych ze zderzeń ołów-ołów (Pb+Pb) przy energiach 2.76 i 5.02 TeV zebranych przez eksperyment ALICE.

Według bazy danych inspire na dorobek naukowy dra Kornakova składają się **153 publikacje naukowe** wliczając publikacje w materiałach prokonferencyjnych (stan na dzień 27 lipca 2022 r.). W

tym opublikowanych prac jest **105**. Większość artykułów naukowych powstała w ramach Współprac HADES, ALICE, TRAGALDABS ze znaczną liczbą współautorów. W jego dorobku znajdują się też prace kilkuautorskie wykonane poza powyższymi współpracami. Prace cytowane były w sumie 2355 (1239) razy włączając (wyłączając) autocytowania. **Indeks Hirscha** dr Kornakova to **27**. Jego sumaryczny **współczynnik Impact Factor** na dzień wszczęcia postępowania habilitacyjnego to **404.959**, a sumaryczna **punktacja ministerialna** to **7762**. Po uzyskaniu stopnia doktora parametry te wynoszą: współczynnik Impact Factor 396, punktacja ministerialna 7642. Trzeba podkreślić, iż od roku 2022 liczba opublikowanych prac naukowych zwiększyła się o czynnik 10 w stosunku do kilku artykułów publikowanych rocznie wcześniej. Ewidentnie jest to efekt przystąpienia dra Kornakova do Współpracy ALICE. Habilitant prezentował wyniki swoich badań naukowych na licznych międzynarodowych konferencjach naukowych, warsztatach oraz seminariach. Tematyka referatów bezpośrednio związana jest z tematyką osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego.

Dr Kornakov czynnie uczestniczy w realizacji **projektów badawczych** w charakterze wykonawcy (OPUS NCN, IDUB, CTM2016-77325-C2-2-P Hiszpania) oraz kierownika (IDUB). Habilitant jest nadzwyczaj aktywny w międzynarodowej współpracy naukowej w eksperymentach **AEgIS** (2020-obecnie: przewodniczący konsorcjum PL, członek Rady Współpracy, kierownik grupy z ramienia PW), **ALICE** (2019-obecnie: członek), **ORCA** (2017-obecnie: członek), **TRAGALDABAS** (2014-obecnie: członek Rady Współpracy, koordynator oprogramowania), **HADES** (2009-obecnie: członek). Potwierdzeniem tego zaangażowania są dołączone listy referencyjne do dokumentacji habilitacyjnej od prof. dr Joachim Stroth (kierownik Współpracy HADES), dr Luciano Musa (kierownik Współpracy ALICE), dr Juan A. Garzón (kierownik Współprac TRAGALDABAS i TRISTAN), dr Michael Doser (kierownik Współpracy AEgIS).

Dr Kornakov ma **bogaty dorobek organizacyjny**, w którym jedną z ważniejszych aktywności jest rola przewodniczącego Rady Konsorcjum AEgIS-PL oraz organizatora programu atomów antyprotonowych w AEgIS. Jest też członkiem Rady Współpracy TRAGALDABAS. Habilitant jest aktywny w **działalności popularyzującej naukę**. Jest współorganizatorem warsztatów ALICE Masterclasses (2019 i 2022), przewodnikiem po eksperymencie ALICE i organizatorem wydarzenia "Wszechświat w laboratorium - Open House (2017)". Organizował mini warsztaty AEgIS na PW (2020), warsztaty antymaterii (2019) oraz spotkanie Współpracy HADES w Darmstadt (2015). Jest promotorem pomocniczym dwóch studentów doktorantów. Ostatnio prowadzi wykłady z Fizyki i Fizyki I na PW.

## Ocena wraz z uzasadnieniem

Przedstawione przez dr Georgui Kornakova osiągnięcie naukowe to **cykl 10 powiązanych tematycznie artykułów naukowych** zatytułowany *"Zderzenia ciężkich jonów: femtometrowe laboratoria do badań diagramu fazowego materii jądrowej i oddziaływań hadron-hadron dla wielkości energii od SIS-18 do LHC"*. Wyniki badań opisane w tych pracach powstały w ramach działalności naukowej Habilitanta w międzynarodowych eksperymentach HADES, ALICE oraz AEgIS. Są to:

[H1] **HADES Collaboration**, "Correlated pion-proton pair emission off hot and dense QCD matter", Physics Letters B, 2021, vol. 819, pp.136421

[H2] **ALICE Collaboration**, "Pion-kaon femtoscopy and the lifetime of the hadronic phase in Pb

– Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV” Physics Letters B, 2021, vol. 813, pp.1-13

[H3] **Georgy Kornakov**, “Probing the interaction of gravity and antimatter and the limits of electromagnetic and nuclear forces at the AEGIS experiment at CERN”, Proc. SPIE Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2020, vol. 11581, 2020

[H4] **ALICE Collaboration**, “Measurement of strange baryon-antibaryon interactions with femtosopic correlations”, Physics Letters B, 2020, vol. 802, pp.1-14

[H5] **HADES Collaboration**, “Probing dense baryon-rich matter with virtual photons”, Nature Physics, 2019, vol. 15, pp.1040-1045

[H6] **Georgy Kornakov** and **Tetyana Galatyuk**, “An iterative method to estimate the combinatorial background”, European Physical Journal A, 2019, vol. 55, no. 11, pp.1-5

[H7] **Georgy Kornakov**, “Sub-threshold strangeness production measured with HADES”, Nuclear Physics A, 2019, vol. 982, pp.803-806

[H8] **Georgy Kornakov**, “Measurements and understanding of fundamental properties of hot and dense nuclear matter with HADES”, Journal of Physics - Conference Series, 2018, vol. 1024, pp.1-5

[H9] **Georgy Kornakov**, “Inclusive reconstruction of hadron resonances in elementary and heavy-ion collisions with HADES”, EPJ Web of Conferences, 2016, vol. 130, pp.1-3

[H10] **Georgy Kornakov**, HADES Collaboration, “Time of flight measurement in heavy-ion collisions with the HADES RPC TOF wall”, Journal of Instrumentation, 2014, vol. 9, no. 11, pp.1-6

Dwie prace [H2] i [H4] są autorstwa pełnej Współpracy ALICE, podczas gdy trzy inne prace [H1], [H5] i [H10] zostały opublikowane jako artykuły Współpracy HADES. **O znaczącym wkładzie Habilitanta** do badań opublikowanych w tych pracach świadczą listy referencyjne kierowników tych Współprac oraz oświadczenia najbliższych współpracowników. Od strony formalnej odnotowuję jednak brak oświadczeń pozostałych współautorów prac zgłoszonych w cyklu publikacji. Jednocześnie zdaję sobie sprawę, że trudno jest oczekiwać takich oświadczeń od ok. 1000 osób podpisanych pod tymi pracami, jak to ma miejsce w przypadku Współpracy ALICE.

Motywnym przewodnim działaności naukowej dra Kornakova jest fizyka doświadczalna oddziaływań ciężkich jonów w zderzeniach przy wysokich energiach. Habilitant skupia się na badaniu wielu fundamentalnych aspektów chromodynamiki kwantowej (z ang. Quantum Chromodynamics, QCD), czyli teorii opisującej oddziaływanie między kwarkami i gluonami. Podczas zderzeń jąder atomowych udaje się uzyskać warunki pozwalające na wytworzenie materii, w której kwarki i gluony zachowują się jak swobodne cząstki. Jest to gorący i gęsty stan zwany plazmą kwarkowo-gluonową (z ang. Quark-Gluon Plasma, QGP). Przypuszcza się, że materia mogła istnieć w stanie QGP we wczesnym Wszechświecie, w niewielkim ułamku pierwszej sekundy po Wielkim Wybuchu. Taka plazma może również występować we wnętrzu gwiazd neutronowych, które są najgęstszymi obiektami w Kosmosie. Dzięki badaniom prowadzonym w różnych eksperymentach Habilitant, miał dostęp do zmieniających się warunków eksperymentalnych w szczególności różnej wartości energii zderzenia oraz rozmiaru zderzających się jąder. Energie SIS-18 badają obszar o wysokiej gęstości barionowej, podczas gdy energie LHC dają dostęp do obszaru “crossover”, w którym materia składająca się z uwolnionych kwarków przechodzi do materii uwięzionej w hadronach. Habilitant prowadził badania zarówno w oparciu o wielkości kolektywne, jak również mierząc w detektorach zidentyfikowane cząstki.

Prace [H1, H2, H5, H7, H8] dotyczą badania własności tworzonoego ośrodka. Natomiast w pracach [H1, H5] zmierzono wielkość temperatur odsprzęgania dla dileptonów oraz rezonansów  $\Delta$ . Pomiaru te mają kluczowe znaczenie dla interpretacji temperatury i gęstości utworzonego układu w celu prawidłowego modelowania krótkożyciowych stanów przejściowych podczas ewolucji układu od początkowych zderzeń do całkowitego wymrożenia.

Do osiągnięć naukowych dra Kornakova, które stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny należą:

- pomiar rozkładu masy niezmienniczej par leptonów (dileptonów) opublikowany w **Nature Physics** [H5] w roku 2019. Pary  $\ell^+\ell^-$  są sondami elektromagnetycznymi nieczułymi na obecność stanu QGP. Są one emitowane na wszystkich etapach zderzenia i dzięki swoim cechom zachowują pierwotne informacje o medium, w którym powstały. Pomiar wykonano w danych ze zderzeń Au+Au przy energii  $\sqrt{s_{NN}} = 2.42$  GeV w eksperymencie HADES w funkcji centralności zderzenia po wcześniejszym oszacowaniu i odjęciu tła kombinatorycznego. Pokazano, że poprawiony rozkład  $m_{ee}$  można opisać za pomocą rozkładu widmowego ciała doskonale czarnego, co dostarczyło informacji o rzeczywistej temperaturze, w której emitowane zostały dileptony w fazie gorącej i gęstej. W wyniku dopasowania uzyskano wartość  $kT = 71.8 \pm 2.1$  MeV z  $\chi^2/ndf = 0.8$ . Zmierzony rozkład w danych porównano z dostępnymi modelami. Istotnym wkładem dra Kornakova do tej analizy było wypracowanie nowej metody selekcji leptonów w oparciu o łączoną informację z precyzyjnego pomiaru śladu oraz detektora RICH. Praca opublikowana w Nature Physics ma obecnie **70 cytowań**.
- pierwszy pomiar rezonansów  $\Delta(1232)$  w centralnych zderzeniach Au+Au w eksperymencie HADES opublikowany w pracy [H1]. Przy rekonstrukcji  $\Delta(1232)$  do oszacowania wkładu od tła kombinatorycznego zastosowano nową metodę iteracyjną zaproponowaną przez dra Kornakova w pracy [H6]. **Habilitant jest pierwszym autorem tej publikacji**. Z dopasowania funkcji do rozkładu masy poprzecznej układu pary  $\pi^\pm p$  w funkcji pędu poprzecznego uzyskano temperaturę efektywną w przedziale 150 do 120 MeV przechodząc od 0-10% do 30-40% centralności. To dalej pozwoliło na wyznaczenie temperatury zamrażania  $\Delta^{++}$ , która wynosi 50 MeV dla zderzeń centralnych 0-10%, co w porównaniu z temperaturą dileptonów  $71.8 \pm 2.1$  MeV wskazuje na późniejsze wymrażanie rezonansów w układzie i potwierdza, że dileptony są w większości emitowane z gorącej i gęstej fazy. W pracy pokazano również rozkłady pospieszności dla kanałów  $\pi^+p$  i  $\pi^-p$ . Wynik sugeruje zależność od izospinu. Jednak obecne niepewności nie pozwalają na jednoznaczną obserwację efektu.
- pomiar oznaczonych pionów z rezonansów  $\Delta$  w eksperymencie HADES opublikowany w pracy [H7]. Za pomocą metody iteracyjnej oznaczono pionu zarejestrowane przez detektor. Zmierzono widmo pędu poprzecznego dla różnych zakresów masy niezmienniczej układu  $\pi^\pm p$  dla przypadku inkluzywnego i z oznaczeniem pionów jako produktów rozpadów rezonansowych. Pokazano, że po prostym przeskalowaniu pionów rezonansowych udaje się odtworzyć rozkład inkluzywny. Wynik ten wskazuje na to, że wszystkie pionu biorą udział w wzbudzeniu i regeneracji rezonansów.
- pomiar oddziaływania barionów i antybarionów z dziwnością w zderzeniach Pb+Pb w eksperymencie ALICE opublikowany w pracy [H4]. Do badania oddziaływań cząstek proton-proton, proton-antylambda oraz lambda-antylambda użyto metody korelacji pędu względnego. Dzięki zastosowanej metodzie uzyskano dostęp do informacji na temat parametrów oddziaływania silnego, a mianowicie części rzeczywistej i urojonej długości rozpraszania oraz efektywnego zasięgu. Zmierzono wysoką część urojonej długości rozpraszania dla wszystkich rozważanych rodzajów par, która ma tę samą wielkość

niezależnie od zawartości kwarków. W pracy uzyskano też ujemną wartość części rzeczywistej długości rozpraszania. Ten ciekawy wynik ciągle oczekuje na interpretację. Praca ma obecnie **20 cytowań**.

- pomiar czasu życia fazy hadronowej w zderzenia Pb+Pb w eksperymencie ALICE opublikowany w pracy [H2]. W badaniach zastosowano metody femtoskopii do badania przestrzenno-czasowej separacji między źródłami pionu i kaonu. Wyznaczono promienie źródła pion-kaon,  $R_{out}$  i ich asymetrię emisji,  $\mu_{out}$ . Promień wzrasta z 4 do 9 fm przy przechodzeniu od zderzeń peryferycznych do centralnych, co jest zgodne z przewidywaniami modeli hydrodynamicznych. Natomiast asymetria emisji ma odwrotną zależność i zmniejsza się od wartości -2.5 do -4 fm w tym przedziale centralności. Punkty pomiarowe leżą między krzywymi odpowiadającymi opóźnieniom czasowym 1.0 i 2.1 fm/c. Opóźnienie to odpowiada czasowi trwania fazy rozproszenia hadronowego, która następuje po hadronizacji, w której cząstki mogą nadal oddziaływać. Pomiar ten jest kolejnym potwierdzeniem istnienia fazy rozproszenia hadronów.
- praca [H4] pozostawiła bez odpowiedzi pytanie dotyczące powstawania przed anihilacją silnie związanych stanów 6-kwarkowych, zwanych również heksakwarkami. W celu zbadania tego zagadnienia Habilitant zaproponował w pracy [H3] wykonanie serii pionierskich pomiarów mających na celu ustalenie z dużą dokładnością widma energetycznego atomu protonium składającego się z protonu i antyprotonu oraz innych egzotycznych stanów atomowych, w których w systemach metastabilnych współistnieją materia i antymateria.
- wkład detektorowy, w tym w szczególności poprawa precyzji kalibracji systemu TOF, której wyniki opublikowane zostały w pracy [H10] przez Współpracę HADES. **Pierwszym autorem** pracy jest Habilitant. Ta działalność była kluczowa w wielu precyzyjnych pomiarach wykonanych przez Współpracę HADES o czym poświadczą w swoim liście prof. dr. Joachim Stroth, kierownik Współpracy HADES.

## Podsumowanie i konkluzja

Podsumowując dr Georgui Kornakov Van jest fizykiem eksperymentalnym o dużym doświadczeniu współpracy w międzynarodowych eksperymentach fizyki wysokich energii oraz wiedzy w zakresie fizyki zderzeń jądrowych oraz fizyki detektorów. Posiada dorobek naukowy zarówno z zakresu analizy danych ze zderzeń jądrowych, jak również rozwoju metod ich analizy. Dr Georgui Kornakov jest cenionym partnerem w dużych międzynarodowych zespołach badawczych eksperymentów ALICE, HADES, AEGIS i in..

Stwierdzam, że osiągnięcie naukowe dra Georgui Kornakov Van spełnia wymagania merytoryczne stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego zgodnie z wymaganiami stawianymi w art. 219 ust. 1 pkt. 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Wnoszę o dopuszczenie dr Georgui Kornakov Van do dalszych etapów postępowania w sprawie o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie nauki fizyczne.

  
Iwona Grabowska-Bołd