

**Ocena dorobku naukowego dr Viktora Beguna
i recenzja jego osiągnięć badawczych przedstawionych do habilitacji w postaci zbioru
publikacji naukowych pod tytułem:
„Statystyczne i termodynamiczne właściwości systemów tworzonych w zderzeniach o
wysokich energiach”.**

Informacje podstawowe

Dr Viktor Begun ukończył studia magisterskie na Uniwersytecie Narodowym im. Tarasa Szewczenki w Kijowie (Ukraina) w roku 2003. Jego praca magisterska dotyczyła widm jednocząstkowych i korelacji cząstek w zderzeniach ciężkich jonów. Po zakończeniu studiów został zatrudniony jako Naukowiec-inżynier w Instytucie Fizyki Teoretycznej im. M.M. Bogolubova w Kijowie (Ukraina), gdzie następnie objął stanowisko Młodsze Pracownika Naukowego i później Naukowca. Wynikiem jego pracy było uzyskanie w roku 2007 stopnia doktora nauk fizycznych w tym Instytucie, na podstawie przedstawionej rozprawy pt. „Fluktuacje i prawa zachowania w relatywistycznym gazie hadronów”. W czasie swojej kariery dr. Begun przebywał na dłuższych pobytach w Uniwersytecie Florenckim (Włochy), Frankfurt Institute for Advanced Studies przy Uniwersytecie Goethego we Frankfurcie nad Menem (Niemcy) oraz Instytucie Fizyki Jądrowej przy tym samym Uniwersytecie. Następnie objął stanowisko adiunkta w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach w latach 2013-2016 a od października 2016 jest zatrudniony na stanowisku Adiunkta na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej. W naturalny sposób jego działalność obejmuje aspekty dydaktyczne i organizacyjne związane z naukowo-dydaktycznym charakterem jego stanowiska na uczelni wyższej.

Działalność naukowa dr. Beguna związana jest z ogólnie pojętą tematyką wielorodnej produkcji cząstek w zderzeniach nukleonów oraz lekkich i ciężkich jąder, przy relatywistycznych i ultra-relatywistycznych energiach. W szczególności zajmuje się on teoretyczną interpretacją danych eksperymentalnych, przy użyciu modelu gazu hadronowego (ang. „Hadron Resonance Gas” - HRG) i opisem produkcji cząstek, globalnych parametrów termodynamicznych systemu oraz fluktuacjami występującymi w takim systemie. Badania te wiążą się ze współpracą międzynarodową oraz z organizacją seminariów naukowych dotyczących tej tematyki.

Charakterystyka dorobku naukowego

Działalność naukowa dr. Viktora Beguna skupia się wokół opisu parametrów systemu produkowanego w zderzeniach ciężkich jonów i nukleonów przy energiach relatywistycznych, t.j. uzyskiwanych np. w akceleratorach LHC w CERN, RHIC w BNL, SPS w CERN oraz w planowanych urządzeniach FAIR w GSI oraz NICA w Zjednoczonym Instytucie Badań Jądrowych w Dubnej. Jest on jednym z teoretyków aktywnie zajmujących się i rozwijających model gazu hadronowego, w którym produkcja cząstek w takich zderzeniach może być przedstawiona za pomocą relatywistycznej fizyki statystycznej i termodynamiki. Do opisu zachowania tego systemu na ostatnim etapie ewolucji – t.j. na etapie wymrażania chemicznego, gdy ustalone zostają krotności i rodzaje produkowanych cząstek wykorzystuje się parametry takie jak temperatura, potencjały chemiczne, objętości oraz dodatkowe globalne parametry.

Przy pomocy tego modelu można następnie badać wybrane obserwable, takie jak krotności produkowanych cząstek oraz ich stosunki, fluktuacje wielkości zachowanych, możliwość występowania kondensatów Bosego-Einsteina i tym podobne. Badania te należy przeprowadzić w

funkcji krotności cząstek produkowanych w zderzeniu (ściśle powiązanej z centralnością zderzenia), w funkcji energii zderzenia czy w zależności od rodzaju zderzanych jąder. Wyznaczone parametry modelu HRG pozwalają na umieszczenie danej reakcji na diagramie fazowym materii jądrowej oraz poszukiwanie istotnych aspektów tego diagramu, takich jak rodzaj przejścia fazowego pomiędzy materią kwarkową i hadronową, poszukiwanie punktu krytycznego, czy potwierdzenie występowania przejścia do materii kwarkowo-gluonowej gdzie zanika zjawisko uwięzienia kwarków.

Działalność dr. Beguna jest ściśle powiązana z aktualnymi badaniami eksperymentalnymi, w szczególności z wynikami eksperymentów STAR w BNL, ALICE przy LHC oraz NA49 i NA61/SHINE przy SPS w CERN. Jego model idealnie nadaje się również do opracowania przewidywań dla uruchamianych w najbliższej przyszłości eksperymentów MPD przy NICA w ZIBJ w Dubnej oraz CBM w FAIR. W tym sensie jego badania są aktualne i odpowiadają na zapotrzebowanie ze strony eksperymentatorów.

Dorobek naukowy dr. Viktora Beguna udokumentowany jest indywidualnymi i współautorskimi publikacjami w czasopismach objętych systemem JCR, których liczba wynosi 39, wszystkie w języku angielskim. Z tego 22 to prace opublikowane po obronie doktoratu. Większość z nich jest opublikowana w prestiżowych periodykach, takich jak Physics Review C, European Physics Journal C, Acta Physica Polonica B czy Journal of Physics G. Oprócz tego jest on autorem bądź współautorem 10 prac w czasopismach nie objętych systemem JCR w ramach raportów pokonferencyjnych.

Sumaryczna liczba cytowań to 629 (w.g. bazy ISI Web of Science), zaś indeks Hirscha $h=16$. Są to wartości znaczące, charakterystyczne dla dziedziny teoretycznej fizyki zderzeń jądrowych przy wysokich energiach. Istotny jest też fakt, że dr. Begun wygłosił około 30 referatów i wykładów zaproszonych na międzynarodowych konferencjach naukowych, w tym na konferencji z istotnego cyklu w dziedzinie, t.j. Critical Point and Onset of Deconfinement. W wystąpieniach prezentował swoje wyniki teoretyczne, co stanowi wyraźny dowód na to, że jego wyniki są znane i doceniane w środowisku badającym zderzenia ciężkich jonów. Ważnym elementem jest też uczestnictwo w organizacji czterech międzynarodowych konferencji naukowych oraz koordynowanie cyklu seminariów „NA61-theory”.

Podsumowując, pozytywnie oceniam cały dorobek naukowy dr. Viktora Beguna, który jednoznacznie ukazuje niezwykle solidne i kompetentne ukierunkowanie podejmowanej tematyki, a także wysoką samodzielność i specjalizację w trudnej dziedzinie. Dorobek naukowy dr. Beguna jest jednoznacznie owocem jego indywidualnej działalności naukowej w ramach aktywnej współpracy krajowej i międzynarodowej, jest udokumentowany licznymi publikacjami i jest dobrze oceniany w środowisku międzynarodowym.

Ocena zbioru prac przedstawionych do habilitacji

Z zestawu opublikowanych przez siebie prac dr. Begun wybrał 14 związanych tematycznie z tytułem rozprawy, t.j. analizą statystyczną i termodynamiczną systemów produkowanych w zderzeniach relatywistycznych jonów i przedstawił je jako osiągnięcie naukowe będące podstawą do wystąpienia z wnioskiem habilitacyjnym. Do zestawu dołączone zostało zbiorcze omówienie wyników, jako część autoreferatu. Dr. Begun jest jedynym autorem w jednej pracy, w 12 pracach jest wymieniony jako pierwszy autor (w tym w jednej kolejność autorów nie wynika z kolejności alfabetycznej), zaś w ostatniej pracy jest drugim współautorem. W dwóch pracach jest dwóch współautorów, w dziesięciu pracach występuje trzech autorów, a w jednej czterech. Wszystkie prace napisane są w języku angielskim i opublikowane w czasopismach międzynarodowych. 10 z prac opublikowano w czasopiśmie Physical Review C (Impact Factor ponad 3), trzy w Journal of Physics G (Impact Factor ponad 2) i jedna w International Journal of Modern Physics. Są to więc periodyki o bardzo wysokim prestiżu. Wkład dr. Beguna był znaczący we wszystkich publikacjach, a w 11 wynosił co najmniej 50%. Jest to potwierdzone oświadczeniami współautorów (dla wszystkich prac wieloautorskich), które zostały dołączone do dokumentacji. Podsumowując,

przedstawiony zbiór prac spełnia z nawiązką wymogi formalne stawiane osiągnięciu naukowemu, które może być podstawą do wystąpienia z wnioskiem o habilitację.

W załączonym zbiorze dominują prace o charakterze teoretycznym, w których rozważany jest model HRG i jego zastosowanie w analizie danych. Indywidualnym znaczącym wkładem autora są tu najczęściej modyfikacje i rozszerzenia tego modelu oraz badanie jego mniej oczywistych konsekwencji.

Standardowo model HRG służy do wyznaczenia parametrów termodynamicznych systemu poprzez dopasowanie jego przewidywań do danych eksperymentalnych. W pracy [A2] przedstawiono kompleksowe wyliczenia tych parametrów w funkcji energii zderzenia dla zderzeń protonów i ciężkich jonów dla eksperymentów NA49, NA61 i HADES. Wykazano, że temperatury osiągnięte w zderzeniach elementarnych i zderzeniach ciężkich jonów są porównywalne. Znaczenie ma również rodzaj zastosowanego zespołu statystycznego. W pracy [A7] pokazano, że uwzględnienie dodatkowo niezerowej objętości barionów i mezonów może w znaczący sposób przesunąć obszar energii zderzenia w której osiągana jest maksymalna gęstość barionowa. W pracach [A9] i [A12] rozważano parametry modelu worka kwarków i gluonów i ich związek z rodzajem przejścia fazowego materii jądrowej. Pokazano jak zmieniają się podstawowe parametry mechaniczne systemu takie jak ciśnienie, czy prędkość dźwięku przy różnych wartościach parametrów. Są to rozważania o fundamentalnym znaczeniu dla poprawnej interpretacji danych ze zderzeń ciężkich jonów przy pośrednich energiach.

Układ termodynamiczny w zderzeniach jonów jest ze swojej natury zawsze ograniczony co do objętości oraz liczby cząstek wchodzących w jego skład. W związku z tym nie zawsze uprawnione jest tu stosowanie Wielkiego Zespołu Kanonicznego (Grand Canonical Ensemble – GCE), co oznacza, że niezaniechane są globalne prawa zachowania. Np. w pracy [A10] pokazano jak ściśle uwzględnienie zachowania ładunku elektrycznego oraz izospinu wpływa na pomiar stosunku cząstek neutralnych do naładowanych w gazie pionów. Zbadano również wpływ tego efektu na korelacje pomiędzy krotnościami cząstek o różnym ładunku. Istotny był też wybór obserwabli, które nie są czułe na objętość systemu – zaproponowano zastosowanie stosunków krotności oraz wariacji normowanej. Rozważanie te rozwinięto poprzez wprowadzenie silnie intensywnych obserwabli, które dodatkowo są nieczułe na fluktuacje objętości systemu. Zastosowano je w pracy [A8] do pokazania jak fluktuacje krotności cząstek zależą od energii zderzenia. W pracy [A4] pokazano że te same zmienne silnie zależą od szerokości okna pospieszności, w którym przeprowadzane są pomiary. Wykazano, że dopiero szerokości rzędu 4 jednostek dają wyniki zbliżone wartości asymptotycznych dla pełnej akceptacji w pospieszności. Jest to wynik kluczowy np. w projektowaniu nowych eksperymentów. Wyraźnie wykazuje wyższość eksperymentów o znacznej akceptacji w pospieszności w pomiarach fluktuacji. Znaczenie ma również porównywalna akceptacja w funkcji energii zderzenia. W praktyce warunki te są znacznie łatwiejsze do spełnienia w eksperymentach o geometrii zderzacza, a trudne do uzyskania w eksperymentach ze stałą tarczą (ang. „fixed-target experiments”).

Wspomniany wyżej wpływ fluktuacji objętości został przeanalizowany w pracach [A11] i [A14] pod innym kątem. Wykazano, że ich uwzględnienie pozwala w naturalny sposób uzyskać charakterystyczny kształt rozkładu pędów poprzecznych cząstek w zderzeniach $p+p$, który jest wykładniczy przy małych pędach i potęgowy przy pędach wysokich.

W ostatnim zestawie prac przeanalizowano niezwykle ciekawe zjawisko potencjalnego tworzenia kondensatu Bosego-Einsteina w zderzeniach ciężkich jonów. W pracy [A13] zauważono, że byłby to pierwszy przypadek obserwacji takiego zjawiska w wysokich temperaturach. Praca [A6] pokazuje, że przyjęcie takiej hipotezy znacznie lepiej tłumaczy rozkłady pędów pionów przy małych pędach względnych mierzone w eksperymencie ALICE na Wielkim Zderzaczu Hadronów niż obliczenia nie zawierające takiego kondensatu. Podobne wyniki daje też wprowadzenie oddzielnego potencjału chemicznego dla pionów [A5]. Należy dodać, że model ten zaskakująco dobrze opisuje rozkłady pędowe także dla cząstek rezonansowych o znacznie różnych czasach życia, takich jak K^* i mezon $\phi(1020)$. W pracach [A1, A3, A5, A6] rozważano też inne konsekwencje wprowadzenia dedykowanego potencjału chemicznego dla pionów oraz

potencjalnego zaburzenia równowagi termodynamicznej. Przedstawiono konkretne przewidywania teoretyczne dla obserwacji kondensatu Bosego-Einsteina, takie jak zwiększenie prawdopodobieństwa jego występowania w zderzeniach centralnych oraz duże znaczenie przedziału pędów, w których przeprowadzone są obserwacje. Najwyższe prawdopodobieństwo pojawienia się efektu dają pomiary dla pędów poniżej 200 MeV/c.

Zderzenia ciężkich jonów są intensywnie badane w wielu przedsięwzięciach naukowych, przy użyciu kompleksów akceleratorowych SPS i LHC w laboratorium CERN oraz RHIC w laboratorium BNL. W badaniach tych korelacje i fluktuacje stanowią coraz bardziej istotny przedmiot analiz. Przy niższych energiach poszukiwanie anomalnych fluktuacji stanowi szandarowy element poszukiwania punktu krytycznego diagramu fazowego materii jądrowej. Z kolei przy energiach wysokich fluktuacje stanu początkowego okazały się kluczowe dla poprawnego wytłumaczenia obserwowanego przepływu kolektywnego materii, w tym jego składowych harmonicznych rzędu 3 i wyższych. W tym kontekście tematyka wybrana przez dr Beguna w jego przewodzie habilitacyjnym jest istotna i aktualna.

Podsumowując należy podkreślić że dr Begun zbadał bardzo szerokie spektrum modyfikacji i rozszerzeń HRG i szczegółowo przeanalizował ich konsekwencje. Są one przedstawione w sposób, który umożliwia bezpośrednią weryfikację eksperymentalną tych przewidywań, co jest bardzo istotne w tej dziedzinie. Znaczna część wyników okazała się nietrywialna a badania dr. Beguna pokazały, że HRG może mieć znacznie szersze zastosowanie niż początkowo zakładano. Udało się również przewidzieć występowanie nowych interesujących efektów, takich jak potencjalny wysokotemperaturowy kondensat Bosego-Einsteina. Badania te nie tylko tłumaczą i interpretują istniejące dane, ale również wpływają na projektowanie nowych eksperymentów, takich jak eksperyment CBM w kompleksie FAIR i MPD w kompleksie NICA.

Charakterystyka dorobku dydaktycznego i organizacyjnego.

Działalność dydaktyczna dr. Beguna związana jest z jego zatrudnieniem na Politechnice Warszawskiej na stanowisku adiunkta, a więc obejmuje jedynie najnowszy okres jego kariery. Prowadził szereg zajęć w ramach studiów I i II stopnia, obejmujących tematykę fizyczną. W większości są to wykłady i ćwiczenia z fizyki, fizyki jądrowej oraz mechaniki kwantowej oraz odpowiednie laboratoria specjalistyczne, na różnych Wydziałach uczelni. Dr Begun prowadził zajęcia zarówno w języku polskim jak i angielskim. Jest to więc działalność typowa dla kandydata na doktora habilitowanego.

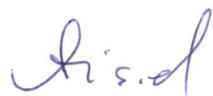
Dr Begun uczestniczył w pracach komitetów organizacyjnych czterech konferencji międzynarodowych. Jest też opiekunem serii seminariów „NA61-theory”. Organizował też i uczestniczył w kilku przedsięwzięciach popularyzujących naukę. Dr Begun uczestniczył jako wykonawca w realizacji 3 projektów badawczych, wspieranych przez, Polskie Narodowe Centrum Nauki oraz Niemieckie instytucje finansujące naukę. Był kilkakrotnie stypendystą: Humboldt Fellowship, INTAS Young Scientist PhD Fellowship, Stypendium Prezydenta Ukrainy i innych. Dr. Begun był też recenzentem publikacji naukowych w czasopismach takich jak Journal of Physics G, European Particle Physical Journal A czy Acta Physica Polonica B.

Podsumowując działalność dydaktyczna i organizacyjna dr Beguna jest na zadowalającym poziomie, odpowiadającym zaawansowaniu jego kariery naukowej oraz jego zatrudnieniu na stanowisku naukowo-dydaktycznym na wiodącym uniwersytecie krajowym.

Podsumowanie

Po szczegółowym zapoznaniu się z przedstawioną do habilitacji dr Viktora Beguna dokumentacją, pozytywnie oceniam jego dorobek naukowy, współpracę międzynarodową, oraz dorobek dydaktyczny i organizacyjny. Także osiągnięcie naukowe w postaci zbioru czternastu wysokiej jakości opublikowanych prac uważam za oryginalne, wartościowe i wnoszące znaczący wkład w statystyczny i termodynamiczny opis właściwości systemów tworzonych w zderzeniach

jądrowych przy wysokich energiach. Z pełnym przekonaniem stawiam wniosek o dopuszczenie dr Viktora Beguna do dalszych procedur związanych z nadaniem mu stopnia doktora habilitowanego nauk fizycznych.



Adam Kisiel