

**Zgłoszenie zagadnienia badawczego realizowanego
w Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej
w dyscyplinie nauki fizyczne**

**w Jednostce: Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego
Polskiej Akademii Nauk**

1	Nazwisko i imię promotora, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	dr hab. Antoni Ruciński Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk w Krakowie, Pracownia Badań i Rozwoju, Zakład Fizyki Medycznej, Centrum Cyklotronowe Bronowice (PBiR ZFM CCB) antoni.ruciński@ifj.edu.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	dr inż. Jan Gajewski Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk w Krakowie, Pracownia Badań i Rozwoju, Zakład Fizyki Medycznej, Centrum Cyklotronowe Bronowice (PBiR ZFM CCB) jan.gajewski@ifj.edu.pl
3	Temat zagadnienia badawczego + krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	Rozwój systemu do planowania leczenia opartego o dozymetrię w nanoskali. Projekt ma na celu uwzględnienie nanoskopowych parametrów dozymetrycznych w planowaniu leczenia oraz rozwijanie metod obliczeniowych Monte Carlo. Kluczową innowacją jest zastosowanie dawki klastrowej, która mierzy liczbę jonizacji zgrupowanych w klastry o różnych rozmiarach na jednostkę masy. Nowa metryka powinna lepiej przewidywać uszkodzenia biologiczne, szczególnie efekty promieniowania na uszkodzenia DNA. Wdrożenie tych metod do praktyki klinicznej może

		<p>zwiększyć precyzję biologicznie ukierunkowanego planowania leczenia, a tym samym poprawić wyniki terapii.</p> <p>Projekt doktorancki skupi się na opracowaniu zaawansowanych narzędzi obliczeniowych Monte Carlo do efektywnego i precyzyjnego planowania leczenia z zastosowaniem podejścia nanoskalowego dla wiązek protonowych i ciężkich jonów. Wykorzystanie szybkich obliczeń na kartach graficznych umożliwi znaczne skrócenie czasu obliczeń. W dalszej części projektu opracowane zostaną kryteria planowania leczenia, które są kluczowe dla tworzenia spersonalizowanych planów terapeutycznych. Projekt realizowany będzie we współpracy międzynarodowej z naukowcami w wiodących ośrodkach naukowych na świecie.</p>
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	Tytuł magistra z fizyki, matematyki, informatyki lub nauk pokrewnych. Znajomość języka angielskiego na poziomie przynajmniej średniozaawansowanym (B2), umożliwiającym swobodną komunikację. Znajomość podstaw dozymetrii i fizyki radiacyjnej, a także podstawowa wiedza z dziedziny radioterapii jonowej. Podstawowa znajomość metod symulacji Monte Carlo oraz programowania w języku Python.
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	W trakcie ewaluacji jest wniosek o finansowanie projektu badawczego w ramach Szwajcarsko-Polskiego programu Badania Naukowe i Innowacje.

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	dr hab. Antoni Ruciński Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Science Research and Development Section, Medical Physics Division, Cyclotron Centre Bronowice (PBiR ZFM CCB) antoni.ruciński@ifj.edu.pl
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation,e-mail address	dr inż. Jan Gajewski Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Science Research and Development Section, Medical Physics Division, Cyclotron Centre Bronowice (PBiR ZFM CCB) jan.gajewski@ifj.edu.pl
3	Research subject title Short description, up to 250 words	Development of a treatment planning system based on nanoscale dosimetry. The project aims to incorporate nanoscale dosimetric parameters into treatment planning and develop Monte Carlo computational methods. The key innovation is the use of cluster dose, which measures the number of ionizations grouped into clusters of various sizes per unit mass. This new metric is expected to better predict biological damage, particularly the effects of radiation on DNA damage. Implementing these methods into clinical practice could enhance the precision of biologically guided treatment planning and improve therapy outcomes. The doctoral project will focus on developing advanced Monte Carlo computational tools for efficient and accurate treatment planning using a nanoscale approach for proton and heavy ion beams. Leveraging fast GPU-based computations will allow for a significant reduction in calculation time. Later in the project, treatment planning criteria will be developed, which are critical for creating personalized therapeutic plans. The project will be

		carried out in international collaboration with scientists from leading research institutions worldwide.
4	Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)	Master degree in physics, mathematics, informatics or related disciplines. Knowledge of English at least at an intermediate level (B2), enabling fluent communication. Basic knowledge of radiation physics, dosimetry and ion radiotherapy. Familiar with Monte Carlo simulation methods and Python programming language.
5	Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.	A proposal for funding a research project under the Swiss-Polish Research and Innovation Programme, is currently under evaluation.