

Szczegółowy plan zadaniowy Instytutu Fizyki Jądrowej PAN na 2019 r.

Temat 1. BADANIA EKSPERYMENTALNE I TEORETYCZNE W ZAKRESIE FIZYKI I ASTROFIZYKI CZĄSTEK

BADANIA EKSPERYMENTALNE

zadanie 1. Eksperyment Belle na akceleratorze KEKB i eksperyment Belle II na SuperKEKB (Japonia) (Maria Różańska)

cel realizacji zadania

Badanie rzadkich rozpadów mezonów B.

1. Udział w analizach danych Belle (Maria Różańska).
2. Udział w eksperymencie Belle II na SuperKEKB (Andrzej Bożek).
3. Projektowanie i prototypowanie układów ASIC i detektorów mozaikowych w technologiach SOI, DEPFET oraz budowa systemów detektora wierzchołka (Piotr Kapusta).

Na program badawczy eksperymentu Belle, przeprowadzonego w latach 1999-2010 na zderzaczu KEKB w instytucie KEK, składają się przede wszystkim szczegółowe testy Modelu Standardowego (MS) w części dotyczącej fizyki zapachu, połączone z poszukiwaniem efektów wykraczających poza teorię oddziaływań elektroślabych. Program ten jest realizowany w sektorze mezonów pięknych i powabnych oraz ciężkich leptonów τ , w oparciu o unikalne próbki danych, sięgające blisko miliarda przypadków. Kontynuacją tego przedsięwzięcia jest uruchamianie obecnie eksperymentu nowej generacji Belle II na zderzaczu SuperKEKB. Zespół z IFJ PAN prowadzi analizy fizyczne danych z eksperymentu Belle, ze szczególnym uwzględnieniem rozpadów mezonów B z brakującą energią. Wkład do eksperymentu Belle II obejmuje udział w przygotowaniu systemu detektorów wierzchołka spektrometru Belle II, rozwój narzędzi do opracowania danych oraz dyżury podczas naboru danych. Uczestniczymy także w pracach nad przyszłą modernizacją spektrometru Belle II i związanym z tym rozwojem nowych technologii, zwłaszcza w dziedzinie monolitycznych detektorów mozaikowych.

planowane efekty naukowe i praktyczne

Efektom prowadzonych prac będą precyzyjne pomiary obserwabli czułych na efekty spoza Modelu Standardowego w rozpadach mezonów B, B_s , $D_{(s)}$ i leptonów τ na podstawie czystych próbek danych, zebranych w warunkach fabryk B oraz publikacje otrzymanych wyników w czasopiśmie z listy filadelfijskiej.

Monolityczne detektory mozaikowe, rozwijane dla eksperymentów fizyki wysokich energii, mogą w przyszłości znaleźć zastosowanie w obrazowaniu medycznym i w radiobiologii.

zadanie 2. Eksperymenty promieniowania kosmicznego: AUGER i CREDO (Henryk Wilczyński)

cel realizacji zadania

1. Analiza procesu detekcji wielkich pęków atmosferycznych, akwizycja i analiza danych w Obserwatorium Pierre Auger (Henryk Wilczyński).

Celem eksperymentu Pierre Auger jest badanie promieni kosmicznych o skrajnie wysokich energiach, powyżej 10^{18} eV. Pochodzenie tych cząstek nie jest znane – jego wyjaśnienie jest jednym z najważniejszych problemów współczesnej astrofizyki. Obserwatorium Pierre Auger jest wyposażone w tzw. hybrydowy układ detekcji wielkich pęków atmosferycznych, który umożliwia pomiary wielkich pęków z bezprecedensową dokładnością. Aby wykorzystać te

możliwości, potrzebna jest szczegółowa analiza procesów rozwoju wielkiego pęku i jego rejestracji w detektorach, a także uściślenie wielu stosowanych do tej pory przybliżeń. Prace prowadzone w IFJ PAN koncentrują się na tych właśnie zagadnieniach. Poza tym odbywane są dyżury w Obserwatorium w celu akwizycji danych eksperymentalnych oraz analiza fizyczna tych danych. Prowadzone są też prace montażowe i testy detektorów scyntylacyjnych SSD dla Obserwatorium Pierre Auger, w celu zwiększenia jego możliwości eksperymentalnych.

2. Globalna analiza danych dotyczących promieniowania kosmicznego w ramach Cosmic-Ray Extremely Distributed Observatory (CREDO) (Piotr Homola).

Celem międzynarodowej Współpracy CREDO jest wykonanie zbiorczej analizy danych, dotyczących promieniowania kosmicznego, rejestrowanych przez detektory działające dotąd niezależnie. Analiza obejmuje dostępne dane w pełnym zakresie widma energii. Zostaną wykorzystane możliwości zarówno dużych obserwatoriów (np. Obserwatorium Pierre Auger, Baikal-GVD) jak i sieci detektorów edukacyjnych (np. HiSPARC, Showers of Knowledge) oraz sieci smartfonów wyposażonych w aplikacje umożliwiające rejestrację cząstek (np. CREDO Detector).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Efektom prowadzonych prac będzie przede wszystkim wyznaczenie widma energii promieni kosmicznych skrajnie wysokich energii oraz ich składu masowego, a także rozkładu kierunków ich przylotu do Ziemi. Wyniki te umożliwią testowanie modeli pochodzenia promieni kosmicznych i – prawdopodobnie – wyjaśnienie pochodzenia cząstek o skrajnie wysokich energiach.

Efektom przeprowadzenia globalnej analizy danych w ramach CREDO będzie potwierdzenie istnienia bądź wyznaczenie górnych ograniczeń na występowanie w przyrodzie wielkich kaskad cząstek o pochodzeniu pozaatmosferycznym.

zadanie 3. Badanie oddziaływań i oscylacji neutrin (Tomasz Wąchała)

cel realizacji zadania

Celem prowadzonych prac jest poznanie własności neutrin poprzez badanie ich oddziaływań i oscylacji, głównie w oparciu o eksperymenty z wiązkami neutrin akceleratorowych.

1. Udział w akceleratorowym eksperymencie neutrinowym T2K i przygotowania do T2K-II w Japonii. T2K dostarcza dokładnego pomiaru dwóch z sześciu parametrów oscylacji neutrin i po ulepszeniach akceleratorów oraz bliskiego detektora ND280 (T2K-II) jako pierwszy zmierzy parametr δ_{CP} , związany z fundamentalną symetrią CP, z dokładnością trzech odchyżeń standardowych. Pomiar δ_{CP} jest priorytetem T2K na następne lata. W T2K grupa krakowska zajmuje się pomiarami przekrojów czynnych dla oddziaływań neutrin mionowych w bliskim detektorze ND280 oraz rozwijaniem programu rekonstrukcji i analizy danych.
2. Prace przygotowawcze dla programu badań neutrin z krótką i długą bazą pomiarową z wykorzystaniem europejskiej platformy neutrinowej w CERN

planowane efekty naukowe i praktyczne

Efektom prac prowadzonych w eksperymentach T2K, T2K-II i dla programu badań neutrin w CERN będzie lepsze poznanie oscylacji i oddziaływań neutrin.

Wszystkie zakończone analizy zostaną opublikowane.

zadanie 4. Eksperyment ATLAS na akceleratorze LHC w CERN (Barbara Wosiek)

cel realizacji zadania

Badania oddziaływań proton-proton i ciężkich jonów przy energiach LHC.

1. Analiza danych doświadczalnych w celu zwiększenia zdolności rozdzielczej detektora oraz rozwój i testowanie pakietów oprogramowania (Paweł Brückman de Renstrom).

2. Udział w analizie danych proton-proton (Anna Kaczmarek).
3. Udział w analizie danych ołów-ołów i proton-ołów (Adam Trzupek).
4. Udział w pracach nad detektorami dla fizyki do przodu (Janusz Chwastowski).
5. Obsługa spektrometru ATLAS w trakcie naświetlań (Krzysztof Woźniak).
6. Prace inżynierskie przy modyfikacji, wymianie lub naprawie aparatury (Ewa Stanecka).
7. Zarządzanie systemem kontroli detektora TRT (Jolanta Olszowska).
8. Udział w pracach badawczo-rozwojowych dla Super(HL)-LHC (Marcin Wolter).
9. Modernizacja i przystosowanie detektora ATLAS do eksperymentu przy akceleratorze HL-LHC w CERN (Ewa Stanecka).
10. Rozwój infrastruktury komputerowej typu Grid dla eksperymentów LHC, w tym udział w zarządzaniu i rozbudowie gridowego klastra komputerowego Tier-3 w IFJ PAN (Andrzej Olszewski).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Prowadzone prace kontynuują badania szeregu szczegółowych przewidywań Modelu Standardowego oraz pozwolą wykryć lub wykluczyć istnienie bozonów pola Higgosa oraz ewentualnie badać ich własności, korzystając z licznych możliwych kanałów rozpadu. Wśród szerokiego programu naukowego eksperymentu należy wyróżnić analizy prowadzące do potwierdzenia przewidywań modeli supersymetrycznych. Prowadzone przez nas analizy przyczynią się do wykrycia lub istotnego przesunięcia granic obserwowalności efektów spoza Modelu Standardowego.

Istotnymi efektami naukowymi będą wyniki badań oddziaływań ciężkich jonów, które pozwolą na dalsze poznanie własności nowego stanu materii – plazmy kwarkowo-gluonowej. Do efektów praktycznych będą należeć liczne publikacje w renomowanych czasopismach naukowych oraz wystąpienia na ważnych międzynarodowych konferencjach.

zadanie 5. Eksperyment LHCb na akceleratorze LHC w CERN (Mariusz Witek)

cel realizacji zadania

Badania nad niezachowaniem parzystości kombinowanej CP w rozpadach mezonów B, badanie rzadkich rozpadów mezonów B oraz poszukiwanie efektów spoza Modelu Standardowego.

1. Udział w przygotowaniach eksperymentu LHCb do pracy przy zwiększonej świetlności wiązki LHCb-Upgrade (Mariusz Witek).
2. Rozwój i obsługa oprogramowania eksperymentu LHCb (Marcin Kucharczyk).
3. Analiza danych eksperymentu LHCb (Jolanta Brodzicka).
4. Rozbudowa lokalnej infrastruktury obliczeniowej i rozwój narzędzi do analizy danych eksperymentalnych w systemach rozproszonych typu Grid i systemach typu „Cloud Computing” (Mariusz Witek).
5. Udział w projektach GAMBIT oraz HFLAV (Marcin Chrzęszcz).
6. Eksperyment MUonE przy akceleratorze SPS w CERN (Marcin Kucharczyk).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Prowadzone prace związane są z badaniami, w które zaangażowana jest grupa z IFJ PAN w ramach współpracy eksperymentu LHCb. Głównymi efektami, oprócz wypełnienia obowiązków obsługi i modernizacji detektora oraz rozwoju oprogramowania i infrastruktury obliczeniowej, będą wyniki prowadzonych analiz prezentowane na ważnych konferencjach naukowych i publikowane w czasopismach z listy filadelfijskiej. Po zakończeniu fazy Run2 pod koniec 2018 roku prace detektorowe koncentrują się na modernizacji detektora RICH oraz opracowaniu nowego oprogramowania spełniającego wymagania pracy przy wyższej świetlności.

Grupa LHCb z IFJ PAN jest zaangażowana w różnorodne analizy fizyczne. Prowadzone są badania łamania symetrii CP w sektorze kwarków pięknych i powabnych. Poszukiwane są

procesy z łamaniem liczby leptonowej wzbronione w Modelu Standardowym oraz procesy bardzo rzadkie, mogące uwidocznić efekty Nowej Fizyki. W szczególności badane są rozkłady kątowe w rzadkich rozpadach mezonów pięknych, posiadające duży potencjał odkrycia takich efektów. Poszerzono zakres badań dla hadronów powabnych o badania rzadkich rozpadów barionów powabnych oraz poszukiwanie Nowej Fizyki w radiacyjnych rozpadach mezonów powabnych.

Kontynuowana jest współpraca z projektami GAMBIT i HFLAV. Przeprowadzane są dopasowania nowych modeli fizycznych do wyników doświadczalnych i wyznaczane są uśrednione właściwości leptonu tau.

Rozpoczęto przygotowania do planowanego eksperymentu w ośrodku CERN do pomiaru anomalnego momentu magnetycznego mionu MUonE.

Analizowane są procesy produkcji dżetów kwarków pięknych, zarówno w ramach Modelu Standardowego jak i w jego rozszerzeniach. Prowadzona jest także analiza korelacji Bosego-Einsteina. W ramach prowadzonych badań realizowane są prace doktorskie, prace magisterskie oraz praktyki studenckie.

zadanie 6. Projekt zderzaczy elektron-pozyton (linowych ILC i CLIC oraz kołowego FCC), badanie ich potencjału fizycznego (Marcin Kucharczyk)

Liniowy zderzacz (ILC) wykorzystujący zderzenia elektron-pozyton wielkiej energii rzędu 1 TeV w środku masy może zostać uruchomiony do końca trzeciej dekady naszego wieku. Równocześnie w ośrodku CERN rozwijany jest projekt liniowego zderzacza CLIC, o większej energii zderzeń (do 3 TeV), wykorzystującego nowatorską technologię przyspieszania oraz projekt zderzacza kołowego o bardzo wysokiej świetlności o nazwie FCC (Future Circular Collider).

Realizacja programu fizycznego każdego z tych zderzaczy wymaga precyzyjnego pomiaru świetlności. Do tego celu zaprojektowano, przy aktywnym udziale grupy z IFJ PAN, detektor LumiCal zawierający dwa elektromagnetyczne kalorymetry. Trwają prace nad zastosowaniem programowalnych układów logicznych FPGA do nowej struktury elektroniki oraz systemu akwizycji danych. Przeprowadzenie dedykowanych symulacji Monte Carlo z udziałem detektora LumiCal pozwoli na oszacowanie czułości eksperymentalnej pomiaru wybranych obserwabli Modelu Standardowego. Prace wykonywane są w ramach międzynarodowych współprac FCAL, ILD, CLICdp oraz FCC-ee (TLEP).

Zadania:

1. Udział w badaniach procesów fizycznych na ILC/CLIC/FCC:
 - Symulacje fizyczne zmierzające do oszacowania czułości eksperymentalnej poszukiwań łamania liczby leptonowej i neutrin Majorany w rozpadach bozonu Z i leptonu τ oraz czułości na rzadkie rozpady mezonów B (Marcin Chrzęszcz).
2. Uruchomienie na lokalnych zasobach obliczeniowych w IFJ PAN oficjalnego oprogramowania współprac związanych z wyżej wymienionymi zderzaczami (Cloud Computing, Grid) oraz udział w testach prototypu detektora LumiCal na wiązce elektronowej w ośrodkach DESY/CERN (Tomasz Wojtoń).
3. Udział w TIARA Consortium oraz w projekcie o akronimie AMICI (Horyzont 2020) – tworzących europejską infrastrukturę badawczą akceleratorów cząstek.
4. Symulacje fizyczne zmierzające do oszacowania czułości na obserwację egzotycznych cząstek przewidywanych przez modele Hidden Valley (Marcin Kucharczyk).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Wyniki prac będą zamieszczane w raportach związanych z liniowym zderzaczem, prezentowane na konferencjach w ramach współpracy FCAL, ILD, CLICdp oraz FCC-ee i będą stanowiły bazę dla przyszłych publikacji.

zadanie 7. Badania w zakresie astronomii gamma (Jacek Niemiec)

cel realizacji zadania

1. Udział w eksperymencie H.E.S.S. (High-Energy Stereoscopic System)
 - Akwizycja i analiza danych obserwacyjnych, w szczególności dotyczących pozostałości po supernowych oraz aktywnych jąder galaktyk.
 - Przygotowywanie projektów obserwacyjnych.
2. Udział w eksperymencie HAWC (High Altitude Water Cherenkov) (Sabrina Casanova, Francisco Salesa-Greus)
 - Akwizycja i analiza danych obserwacyjnych, w szczególności w celu poszukiwania źródeł promieniowania kosmicznego wysokich energii.
 - Udział w obsłudze detektora.
3. Udział w fazie projektowej obserwatorium CTA (Cherenkov Telescope Array)
 - Przygotowywanie podstaw naukowych projektu.
 - Prowadzenie i koordynowanie prac prototypowych nad strukturą mechaniczną teleskopu Czerenkova SST-1M (Single-mirror Small-Size Telescope) dla CTA.
 - Konstrukcja zwierciadeł kompozytowych dla średnich teleskopów sieci CTA.
3. Badanie nietermicznej emisji Dysku Galaktycznego (Sabrina Casanova)
 - Modelowanie procesów transportu promieniowania kosmicznego oraz emisji promieniowania gamma obiektów rozciągniętych w Galaktyce, porównanie przewidywań modelowych z danymi obserwacyjnymi projektów Fermi-LAT, H.E.S.S. i HAWC.

planowane efekty naukowe i praktyczne

- Publikacje prac naukowych.
- Określenie celów naukowych obserwatorium CTA.
- Dokończenie budowy oraz testów prototypu struktury mechanicznej teleskopu SST-1M, budowa mini sieci dwóch teleskopów SST-1M.
- Produkcja oraz testy zwierciadeł kompozytowych dla średniego teleskopu CTA.

zadanie 8. Eksperyment STAR przy akceleratorze RHIC w Brookhaven National Laboratory (Bogdan Pawlik)

cel realizacji zadania

Badanie zderzeń spolaryzowanych protonów przy energii 200 GeV w układzie środka masy.

1. Przygotowanie analizy danych na temat: Pomiar całkowitego przekroju czynnego i parametru B rozkładu różniczkowego $d\sigma/dt = C \exp(-Bt)$ przy energii $\sqrt{s} = 200$ GeV w oparciu o dane zebrane w eksperymencie STAR w roku 2015 oraz energii $\sqrt{s} = 500$ GeV w oparciu o dane zebrane w roku 2017.
2. Udział w zbieraniu danych STAR w roku 2019.

planowane efekty naukowe i praktyczne

Podsumowanie wyników badania procesów pojedynczej i podwójnej dysocjacji dyfrakcyjnej w zderzeniach spolaryzowanych wiązek protonów przy energii 200 GeV (przewidywane publikacje w 2019).

BADANIA TEORETYCZNE

zadanie 9. Teoria i fenomenologia oddziaływań fundamentalnych z uwzględnieniem eksperymentów fizyki cząstek elementarnych (Krzysztof Kutak)

cel realizacji zadania

Wykonywanie obliczeń teoretycznych, numerycznych i symulacji Monte Carlo w celu precyzyjnego wyjaśnienia i dostarczenia przewidywań eksperymentów prowadzonych przy istniejących i planowanych zderzaczach cząstek (LHC, fabryki mezonów, ILC, CLIC, FCC-ee, FCC-hh, CEPC i EIC). Obliczenia są prowadzone w ramach kwantowej teorii pola a ich

precyzja jest istotnym parametrem i musi być wyższa niż precyzja pomiarów, aby nie pogarszać ostatecznej dokładności wyniku. Obliczenia swoim zakresem obejmują oddziaływania: elektromagnetyczne, słabe, silne.

Planowane efekty naukowe:

1. Publikacje prac naukowych: w formie artykułów wysłanych do archiwów internetowych ogólnodostępnych oraz międzynarodowych czasopism recenzowanych.
2. Wystąpienia na konferencjach międzynarodowych i krajowych.
3. Seminaria i wykłady, zarówno w macierzystej instytucji – IFJ PAN, jak i w zagranicznych oraz krajowych ośrodkach naukowych.
4. Prezentacje popularnonaukowe do szerokiego kręgu odbiorców.

Planowane efekty praktyczne:

1. Konstrukcja i rozwój oprogramowania dla potrzeb analizy danych w detektorach cząstek.
2. Konstrukcja oprogramowania numerycznego ogólnego zastosowania.

zadanie 10. Nietermiczne procesy w plazmie kosmicznej (Jacek Niemiec)

Modelowanie zjawisk fizycznych i procesów zachodzących w skali mikroskopowej występujących w bezzderzeniowej plazmie kosmicznej za pomocą kinetycznych symulacji numerycznych Particle-In-Cell.

1. Badanie młodych pozostałości po wybuchach supernowych:
 - a) Procesy pre-akceleracji elektronów i protonów w nierelatywistycznych falach uderzeniowych.
 - b) Procesy formowania się fal uderzeniowych, generacji turbulencji elektromagnetycznej w sąsiedztwie szoków oraz rozpraszania wysokoenergetycznych cząstek.
2. Badania dżetów aktywnych jąder galaktyk:
 - a) Procesy formowania się średnio-relatywistycznych fal uderzeniowych w zmagnetyzowanej plazmie, sprzężenie elektronów i protonów, efekty w plazmie o mieszanym składzie chemicznym.
 - b) Globalne modelowanie dżetów relatywistycznych.
3. Badanie niestabilności plazmowych i procesów generacji turbulencji elektromagnetycznej oraz przyspieszania i rozpraszania cząstek w innych układach plazmy kosmicznej.

planowane efekty naukowe i praktyczne

- Publikacje wyników w renomowanych czasopismach naukowych, wystąpienia na międzynarodowych konferencjach, realizacja prac doktorskich.
- Rozwój oprogramowania oraz metod symulacji numerycznych techniką Particle-In-Cell.

zadanie 11. Wybrane problemy fizyki matematycznej (Katarzyna Górska)

cel realizacji zadania

1. Badanie kwantowych korelacji w ramach modeli ontologicznych z ograniczonym dostępem do informacji. Budowa i analiza własności modeli układów kwantowych, przyjmujących jako podstawę opis probabilistyczny, w szczególności modelowanie kwantowej superpozycji, kontekstualności i splątania (*współpraca z City University London*) (Paweł Błasiak).
2. Konstrukcja uogólnionych stanów koherentnych w oparciu o własność reprodukowania. Konstrukcja i analiza uogólnień schematu Bargmanna. Analiza własności metod kwantowania bazujących na uogólnionych stanach koherentnych (*współpraca z Uniwersytetem Paris VI i XIII, Francja oraz z Instytutem Matematyki UJ*) (Andrzej Horzela).

3. Wykorzystanie metod operacyjnych do rozwiązywania równań ewolucji, w tym równań z pochodnymi ułamkowymi. Zastosowanie modeli anomalnego transportu do opisu dyfuzji anomalnej oraz procesów relaksacyjnych, w szczególności relaksacji w dielektrykach (*współpraca z Uniwersytetem Paris VI, ośrodkiem ENEA Frascati oraz uniwersytetami w Padwie, Bolonii i Bari, Włochy, a także z Uniwersytetem w Potsdamie i Strasburgu, Niemcy*) (Katarzyna Górka).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Publikacja wyników w czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Uczestnictwo w międzynarodowych konferencjach naukowych, prezentacja wyników w postaci wystąpień konferencyjnych, seminariów i wykładów.

Temat 2. BADANIA EKSPERYMENTALNE I TEORETYCZNE W ZAKRESIE FIZYKI JĄDROWEJ I ODDZIAŁYWAŃ SILNYCH

BADANIA EKSPERYMENTALNE

Badanie oddziaływań jądrowych w obszarze niskich i pośrednich energii

zadanie 1. Mechanizm reakcji jądrowych i produkcja mezonów w zderzeniach hadronów (Adam Kozela)

A. Mechanizm reakcji jądrowych

cel realizacji zadania

1. Badanie mechanizmu reakcji w zderzeniach ciężkich jonów:
 - a) Analiza danych z eksperymentów ciężkojonowych (*eksperymenty: INDRA w GSI, ALADIN w GSI*) (Jerzy Łukasik).
 - b) Badanie reakcji spalacji tarcz C, N, O, Fe, Au, Hg wywołanej protonami (analiza danych z eksperymentu PISA w FZ Jülich) (Krzysztof Pysz).
 - c) Badanie zależności energii symetrii od gęstości (*współpraca ASY-EOS w GSI, Darmstadt oraz współpraca z ośrodkami w RIKEN, Japonia i MSU w USA*) (Jerzy Łukasik).
 - d) Badanie mechanizmu produkcji lekkich cząstek naładowanych w reakcjach proton-tarcza oraz pion-tarcza w eksperymencie HADES w GSI Darmstadt, *współpraca z IF UJ*) (Krzysztof Pysz).
2. Badanie struktury jądra i mechanizmu reakcji w zderzeniach lekkich jąder z powłoki p:
 - a) Badania mechanizmów reakcji jądrowych przy energiach pośrednich oraz struktury jąder egzotycznych (*eksperyment ACCULINA w ZIBJ*) (Roman Wolski).
 - b) Eksperymentalne badanie widm lekkich jąder egzotycznych (*wspólnie z ZIBJ- Dubna, GANIL- Caen*) (Roman Wolski).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Analiza danych eksperymentalnych, opracowanie modeli procesów jądrowych, opracowanie nowych metod analizy danych, publikacje naukowe.

B. Produkcja mezonów w zderzeniach hadronów

cel realizacji zadania

1. Produkcja mezonów w zderzeniach jądrowych; pomiary poświęcone strukturze i oddziaływaniu mezonów (*eksperyment WASA na synchrotronie COSY w FZ Jülich, Niemcy, współpraca z IF UJ*) (Krzysztof Pysz).

2. Poszukiwanie efektów łamania symetrii odwrócenia czasu poprzez pomiar elektrycznego momentu dipolowego neutronów (*współpraca nEDM w Instytucie Paula Scherrera PSI*), egzotycznych korelacji kątowych w rozpadzie neutronu (*eksperyment BRAND, ILL, Genoble*) (Adam Kozela)
3. Poszukiwanie efektów działania siły 3-ciałowej w reakcji „breakup’u” $d(p,pp)X$. (*eksperyment w KVI, Groningen w Holandii*) (Adam Kozela).
4. Poszukiwanie łamania liczby barionowej poprzez pomiar oscylacji neutron-antyneutron na Europejskim Źródle Spalacyjnym ESS w Lund (Krzysztof Pysz).
5. Badanie produkcji i rozpadów elektromagnetycznych hiperonów dla energii dostępnych na akceleratorze SIS18/FAIR z wykorzystaniem nowego detektora, śladowego w eksperymencie HADES@GSI (Izabela Ciepał).

Prace aparaturowe

6. Symulacje reakcji jądrowych, układów eksperymentalnych oraz detektorów, analiza danych, rozwój metod identyfikacyjnych, konstrukcja detektorów cząstek naładowanych (zastosowanie w badaniach energii symetrii przy wysokich gęstościach - *współpraca ASY-EOS II (GSI/FAIR), SPiRIT (MSU, RIKEN)*) (Jerzy Łukasik).
7. Budowa i testy detektorów oraz rozwój systemów zbierania danych opartych o cyfrową analizę sygnałów dla układu pomiarowego PANDA na akceleratorze FAIR (Krzysztof Pysz).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Publikacje naukowe, budowa aparatury do kilku eksperymentów, opracowanie nowych systemów pomiarowych i systemów analizy danych.

zadanie 2. Ewolucja własności jąder w funkcji temperatury, spinu i izospinu (Piotr Bednarczyk)

cel realizacji zadania

1. Badanie wysokospinowych stanów wzbudzonych w izotopach Sc i Ca, związanych ze wzbudzeniem rdzenia ^{40}Ca (Piotr Bednarczyk).
2. Spektroskopowe badania efektów kolektywnych i deformacji kształtu w jądrach z różnych obszarów masowych: przy wysokich spinach z użyciem spektrometrów promieniowania gamma m.in.: *AGATA, GALILEO, PARIS, EAGLE*, detektorów cząstek takich jak: *NEDA, DIAMANT* i krakowskiego detektora jąder odrzutu *RFD* oraz metodą wzbudzenia Kulombowskiego (*współpraca z GANIL (Francja), LNL (Włochy), ŚLCJ (Warszawa)*) (Piotr Bednarczyk).
3. Pomiar spektroskopowy struktury egzotycznych jąder atomowych na wiązkach relatywistycznych fragmentów w *GANIL (Francja)* i *GSI (Niemcy)*, jak i z wiązkami wtórnymi typu *ISOL* w *GANIL, IPN Orsay (Francja)* oraz *CERN-ISOLDE (Szwajcaria)* (Piotr Bednarczyk).
4. Badanie własności gorących jąder atomowych z różnych obszarów masowych metodami dyskretnej spektroskopii gamma oraz poprzez rejestrację rozpadu gamma gigantycznych rezonansów i emisji cząstek naładowanych i neutronów (*współpraca z GANIL (Francja), LNL (Włochy), IPNO (Francja), RCNP (Japonia), ELI-NP (Rumunia)*) (Maria Kmiecik).
5. Badania eksperymentalne stanów wzbudzonych i ich rozpadów w jądrach: i) z obszaru podwójnie magicznych rdzeni ^{132}Sn i ^{208}Pb – stany izomeryczne, sprzężenie wzbudzeń jednocząstkowych i kolektywnych, ii) bogatych w neutrony z okolicy $N=60$ - przejście fazowe związane ze zmianą kształtu jądra, iii) $^{62-66}\text{Ni}$ - izomery kształtu, iv) z okolicy ^{18}O - manifestacja sił trójciałowych, v) ^7Li – rozpad gamma do kontinuum ze stanu po wychwycie neutronu (*współpraca z GANIL (Francja), LNL (Włochy), IPNO (Francja), CERN (Szwajcaria), ILL (Francja), IFIN-HH (Rumunia)*) (Bogdan Fornal).

planowane efekty naukowe i praktyczne

1. Publikacje wyników w renomowanych czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu.
2. Wystąpienia i prezentacje na konferencjach międzynarodowych w formie referatów na zaproszenie, referatów zgłoszonych oraz posterów.
3. Wykłady i seminaria w naukowych instytucjach zagranicznych i krajowych.
4. Uzyskane wyniki będą stanowiły materiał do przygotowania prac doktorskich i magisterskich.

zadanie 3. Prace badawczo-rozwojowe nowych technik detekcji dla fizyki jądrowej

(Piotr Bednarczyk)

cel realizacji zadania

1. Instalacja pomocniczych detektorów cząstek (m.in. detektor jąder odrzutu RFD) w połączeniu ze spektrometrami promieni gamma (*AGATA, PARIS, GALILEO, EAGLE*) dla eksperymentów na wiązkach jonów (*współpraca z GANIL Caen, IPN Orsay i LNL Legnaro, ŚLCJ Warszawa*) (Piotr Bednarczyk).
2. Prototypowanie elektroniki dla nowych detektorów scyntylacyjnych (LaBr_3) oraz detektorów diamentowych czułych na pozycję (*współpraca z GSI-FAIR, Darmstadt, GANIL Caen, Uniwersytetem w Mediolanie, Uniwersytetem w Huelvie i Uniwersytetem w Walencji*) (Piotr Bednarczyk).
3. Rozwój systemów akwizycji danych dla kompleksowych układów detekcyjnych (*współpraca z GSI-FAIR, Darmstadt, GANIL Caen, LNL Legnaro*) (Piotr Bednarczyk).
4. Projektowanie i budowa segmentowych detektorów do monitoringu wiązek fragmentów o dużym natężeniu oraz infrastruktury dla detektorów promieniowania dla eksperymentów spektroskopowych na wiązkach radioaktywnych (*współpraca z GSI-FAIR, Darmstadt*) (Piotr Bednarczyk).

planowane efekty naukowe i praktyczne

1. Wykonanie pomiarów i analiza danych z testów detektorów LaBr_3 na wiązce (*IFJ PAN, Kraków, TANDEM-ALTO, Orsay*) pozwoli na konfrontację wyników eksperymentalnych z symulacjami i opracowanie algorytmów do rekonstrukcji pełnej energii rejestrowanego promieniowania.
2. Modyfikacja detektora RFD i innych detektorów pomocniczych pozwoli na ich użycie w planowanych eksperymentach spektroskopii gamma.
3. Opracowane algorytmy analizy kształtu impulsu pozwolą na rozwikłanie złożonych sygnałów generowanych w układzie scyntylatorów typu phoswich: $\text{LaBr}_3\text{-NaI}$. Zostanie wykonany i przetestowany prototyp cyfryzatora do odczytu szybkich detektorów scyntylacyjnych. Opracowane zostaną metody analizy czasowej szybkich sygnałów z detektorów diamentowych.
4. Wykonany zostanie prototyp programowalnego układu FPGA do integracji i synchronizacji cyfrowych i analogowych systemów akwizycji danych w laboratoriach *GANIL i GSI-FAIR*.

zadanie 4. Projekt PARIS (Adam Maj)

cel realizacji zadania

1. Projektowanie i budowa układu do detekcji wysokoenergetycznego promieniowania gamma – *PARIS*, testy prototypowych detektorów scyntylacyjnych (Adam Maj).

planowane efekty naukowe i praktyczne

1. Wykonanie prototypu spektrometru wysokoenergetycznego promieniowania gamma-*PARIS Demonstrator-PD* (4-8 klastrów detektorów *phoswich* LaBr_3/NaI i CeBr_3/NaI)

2. Wykorzystanie PD w pomiarach fizycznych, prowadzonych na wiązkach jonów w *IFJ PAN, ŚLCJ, GANIL, LNL, IPNO*.

zadanie 5. Badania z fizyki jądrowej na wiązce protonów cyklotronu Proteus C-235 (Adam Maj)

cel realizacji zadania

1. Poszukiwanie efektów działania siły 3-ciałowej w rozpraszaniu elastycznym i w reakcji „breakup’u” $d(p,pp)X$ i ${}^3\text{He}(p,pd)X$, z wykorzystaniem *detektora BINA (Adam Kozela)*.
2. Badania konkurencji procesów rozszczepienia i spalacji indukowanych przez szybkie protony z użyciem *detektora KRATTA (Jerzy Łukasik)*.
3. Badanie kolektywnych wibracji jądra atomowego, wzbudzanych w reakcjach z wiązką protonów, metodami spektroskopii gamma z zastosowaniem układu scyntylatorów *HECTOR oraz LaBr₃ i PARIS (Maria Kmiecik)*.
4. Przeprowadzenie eksperymentów dyskretnej spektroskopii gamma (*Piotr Bednarczyk*).
5. Badanie rozpadu rezonansu M4 w jądrze ${}^{13}\text{C}$ wzbudzanego w reakcji (p,p') ; badanie głęboko położonych jądrowych stanów jednocząstkowych w jądrze ${}^{11}\text{B}$ oraz struktury klastrowej stanu podstawowego jądra ${}^{12}\text{C}$ za pomocą reakcji $(p,2p)$ i $(p,p\alpha)$ (*Bogdan Fornal*).
6. Prowadzenie testów różnych układów detekcyjnych na wiązce (*Michał Ciemała*).

planowane efekty naukowe i praktyczne

1. Określony zostanie udział sił trójciałowych w układach złożonych z trzech nukleonów w szerokim zakresie energii reakcji.
2. Zmierzone zostaną charakterystyki gigantycznych rezonansów jądrowych przy niskim kręcie w funkcji energii wzbudzenia jądra.
3. Zbudowany będzie system detekcyjny do dyskretnej spektroskopii gamma; opracowana zostanie metoda prowadzenia identyfikacji dyskretnych przejść w produktach reakcji indukowanych protonami o wysokich energiach.
4. Zmierzone zostaną charakterystyki rozpadu rezonansu M4 oraz głęboko leżących dziurowych stanów jednocząstkowych w lekkich jądrach.
5. Zmierzone zostaną funkcje odpowiedzi różnych detektorów na protony w szerokim zakresie energii oraz na wysokoenergetyczne kwanty gamma; wyniki będą stanowiły podstawę planowania pomiarów na wiązce z użyciem testowanych detektorów.

Badanie oddziaływań jądrowych w obszarze wysokich energii

zadanie 6. Oddziaływania relatywistycznych jonów przy energiach LHC i SPS - eksperymenty ALICE i NA49 oraz NA61/SHINE (Marek Kowalski)

cel realizacji zadania

Celem zadania jest badanie zderzeń relatywistycznych jąder ołowiu i protonów przy energiach SPS i LHC, prowadzące do uzyskania informacji o gęstej i gorącej materii jądrowej.

1. Eksperyment ALICE na akceleratorze LHC w CERN:
 - a) Udział w zbieraniu danych w eksperymencie ALICE (*Marek Kowalski*).
 - b) Badanie zderzeń ultraperyferycznych i dyfrakcyjnych (*Lidia Görlich*).
 - c) Badania korelacji w zderzeniach Pb+Pb (*Iwona Sputowska*).
 - d) Badanie charakterystyk cząstek produkowanych w zderzeniach jądro-jądro (*Jacek Otwinowski*).
 - e) Prace przy modernizacji (upgrade) eksperymentu (*Marek Kowalski*).

- f) Kontrola jakości danych (Quality Assurance) w eksperymencie ALICE (Iwona Sputowska).
- 2. Eksperyment NA49 na akceleratorze SPS w CERN:
 - a) Badanie efektów elektromagnetycznych w zderzeniach jąder ołowiu przy energiach SPS (Andrzej Rybicki).
 - b) Badanie zderzeń hadronów z protonami i jądrami przy podobnych energiach, kontynuacja analizy danych (Andrzej Rybicki).
- 3. Eksperyment NA61/SHINE na akceleratorze SPS w CERN:
 - a) Badanie efektów elektromagnetycznych w zderzeniach jąder atomowych przy energiach SPS - studia zależności od wielkości jądra i energii zderzenia (Andrzej Rybicki).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Efekty zadania to publikacje naukowe w renomowanych czasopismach i prezentacje na prestiżowych konferencjach i warsztatach. Efektem prac modernizacyjnych powinno być otrzymanie wyników symulacji i testów zmodernizowanych elementów detektora TPC w latach 2019-2020.

BADANIA TEORETYCZNE

zadanie 7. Badanie struktury i dynamiki układów wielu ciał (Antoni Szczurek)

A. Badanie struktury i dynamiki układów wielu ciał – fizyka jądrowa

cel realizacji zadania

1. Model powłokowy ze sprzężeniem do kontinuum: zastosowania do opisu struktury jądra i reakcji jądrowych (we współpracy z GANIL) (Jacek Okołowicz).
2. Badanie atomów i molekuł egzotycznych (Andrzej Adamczak).
3. Procesy stochastyczne, dyfuzja i zjawiska nieliniowe (Tomasz Srokowski).
4. Produkcja mezonów, cząstek elementarnych oraz par leptonów i mezonów lub innych obiektów w zderzeniach ultrarelatywistycznych ciężkich jonów (Wolfgang Schäfer, Mariola Kłusek-Gawenda).
5. Badanie reakcji fuzji i rozszczepienia przy pomocy równań Langevina (Katarzyna Mazurek).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Publikacje naukowe w czasopismach o zasięgu międzynarodowym, wystąpienia na renomowanych konferencjach.

B. Badanie struktury i dynamiki układów wielu ciał – fizyka hadronów

cel realizacji zadania

1. Badanie mechanizmów produkcji cząstek w zderzeniach proton-proton (Rafał Maciuła).
2. Badanie mechanizmów produkcji cząstek w zderzeniach nukleon-jądro atomowe (Wolfgang Schäfer).
3. Ekskluzywna produkcja mezonów lub par mezonów w zderzeniach proton-proton (Piotr Lebedowicz).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Publikacje naukowe w czasopismach o zasięgu międzynarodowym, wystąpienia na renomowanych konferencjach.

zadanie 8. Badania teoretyczne struktury materii w powiązaniu z obecnymi i przyszłymi eksperymentami (Robert Kamiński)

cel realizacji zadania

Celem prac jest poznanie własności oddziaływań silnych i słabych oraz cząstek elementarnych im podlegających. Badana będzie zgodność przewidywań teoretycznych z danymi doświadczalnymi. Przeprowadzona będzie analiza obserwowanych zjawisk, np. łamania symetrii CP w oddziaływaniach słabych, czy korelacji w oddziaływaniach ciężkich jonów. Badane będzie zastosowanie modeli hydrodynamicznych do opisu zderzeń jądrowych o najwyższych energiach na akceleratorach RHIC i LHC poprzez opis fluktuacji w modelu hydrodynamiki relatywistycznej z lepkością i przez analizę mechanizmu termalizacji na wczesnym etapie zderzenia. Nowe wyniki eksperymentalne z KEK, LHCb i Jefferson Laboratory posłużą do analizy wielokanałowych oddziaływań mezonów w stanach końcowych z rozpadów D i z procesów fotoprodukcji. W celu znalezienia lekkich mezonów egzotycznych badane będą pierwsze dane z detektora GlueX w Jefferson Laboratory. Produkcja ciężkich kwarków i bozonów, pośredniczących w zderzeniach proton-proton na LHC, zostanie wykorzystana jako test modeli produkcji dyfrakcyjnej. Rozszerzona będzie analiza oddziaływań lekkich mezonów za pomocą relacji dyspersyjnych z wbudowaną symetrią skrzyżowania w kanałach sprzężonych. Planowane współpracy zagraniczne: z ZIBJ Dubna, Uniwersytetem w Hamburgu i DESY, z Uniwersytetem w Grenadzie, z LPNHE Uniwersytetu P. i M. Curie w Paryżu (w ramach umowy z IN2P3), Instytutem Badań Jądrowych w Rež koło Pragi i Uniwersytetem w Genui).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Wyniki prac zostaną opublikowane w wiodących czasopismach i przedstawione na wielu konferencjach międzynarodowych. W ramach badań będzie rozwijane specjalistyczne oprogramowanie. Otrzymywane wyniki będą popularyzowane poprzez audycje radiowe i referaty.

Temat 3. BADANIA FAZY SKONDENSOWANEJ MATERII

zadanie 1. Badania strukturalnych i dynamicznych własności materiałów naturalnych i syntetycznych w różnych skalach wielkości i czasu (Piotr Zieliński)

cel realizacji zadania

1. Modele struktury i dynamiki układów z powierzchniami i złączami oraz układów niskowymiarowych. Modelowanie wpływu powierzchni i złączy materiałów na ich strukturę i wzbudzenia elementarne ze szczególnym uwzględnieniem fal i rezonansów powierzchniowych. Projektowanie eksperymentów na takich układach w różnych skalach wielkości. Badanie i modelowanie zjawisk związanych z propagacją sygnałów akustycznych (Piotr Zieliński).
2. Kwantowo-mechaniczne obliczenia własności materiałów i nanomateriałów ze szczególnym uwzględnieniem materiałów związanych z konwersją energii. Obliczenia stabilności oraz mechanizmu transportu w wybranych materiałach. Badania struktur i nano-struktur krystalicznych metodami mechaniki kwantowej (Zbigniew Łodziana).
3. Badanie przemian fazowych, amorfizacji, witrifikacji, morfologii i ruchów molekularnych w substancjach feroicznych i mezogennych *we współpracy z Consiglio Nazionale delle Ricerche, Area della Ricerca di Pisa (ICCOM-CNR U.O.S. di Pisa), Uniwersytetem w Pizie oraz Wydziałem Chemii, Uniwersytetu Wrocławskiego.* Interpretacja wpływu oddziaływań daleko-zasięgowych oraz lokalnych na zmiany dynamiki wewnętrznej oraz morfologii substancji molekularnych w różnych fazach termodynamicznych oraz stanach szklistych na gruncie analiz teoretycznych opartych na

- modelach fenomenologicznych. Poszukiwanie materiałów ciekłokrystalicznych do zastosowań jako epidermalnych znaczników patologii tkanek (Miroslaw Gałazka).
4. Modelowanie struktur i badanie wzbudzeń objętościowych i powierzchniowych w wybranych układach niskowymiarowych. Poszukiwanie stabilnych i metastabilnych konfiguracji układów mikromagnetycznych, a także optymalnych metod ich przełączania za pomocą czynników zewnętrznych. Badanie wpływu stanów powierzchniowych na mechanizmy przełączania (Dominika Kuźma).
 5. Komputerowe symulacje i wizualizacja własności magnetycznych nanostrukturizowanych cienkich warstw oraz układów makrospinowych. Badanie domen magnetycznych, histerezy, wpływu zewnętrznych pól i temperatury na konfiguracje namagnesowania (Paweł Sobieszczyk).

planowane efekty naukowe i praktyczne

1. Dostarczanie wyników, metod i przewidywań teoretycznych do wykorzystania w badaniach podstawowych i stosowanych.
2. Prezentowanie wyników na krajowych i międzynarodowych konferencjach specjalistycznych oraz publikowanie ich w czasopismach o wysokim współczynniku wpływu.
3. Planowanie eksperymentów z udziałem podmiotów i jednostek współpracujących.

zadanie 2. Badania fazy skondensowanej metodą spektroskopii jądrowej; anihilacja pozytonów (Jerzy Dryzek)

cel realizacji zadania

1. Badania głębokościowego rozkładu defektów sieci krystalicznej w metalach i stopach generowanych tuż pod powierzchnią wskutek procesu tarcia jak i modyfikacji powierzchni za pomocą obróbki różnymi metodami np. piaskowania, SMAT (surface mechanical attrition treatment). Przewidziane są badania stabilności termicznej wprowadzonych defektów z uwzględnieniem przemian fazowych, rekrytalizacji i innych procesów zachodzących podczas wygrzewania. Do badań wykorzystane będą techniki pomiarów czasów życia pozytonów, spektroskopia poszerzenia dopplerowskiego, koincydencyjnego poszerzenia dopplerowskiego, mikrotwardości, XRD, SEM. (Jerzy Dryzek).
2. Zastosowanie technik spektroskopii anihilacji pozytonów opartych na wiązce powolnych pozytonów oraz konwencjonalnych źródłach do badań uszkodzeń strukturalnych generowanych przez energetyczne jony. Analizie poddane zostaną czyste metale tj. Au, W, Bi, stopy Inconel 625 oraz układy cienkich warstw SiO₂-TiO₂. Zarówno wysokoenergetyczne ciężkie jony (kilkaset MeV) oraz protony o energiach od kilkudziesięciu do kilkuset keV zostaną wykorzystane w naświetlaniach. Profil defektów, ich zasięg oraz rodzaj będzie przedmiotem tych badań (Paweł Horodek).
3. Obliczenia *ab initio* charakterystyk anihilacji pozytonów metodą ATSUP dla metali. Badanie metodami spektroskopii anihilacji zniszczeń i defektów materiałowych na skutek erozji kawitacyjnej. Wykorzystanie procesu piaskowania i wygrzewania do otrzymywania powierzchni materiałów UFG (< 1 μm), a następnie ocena wpływu wielkości ziaren na ich odporność przy naświetlaniu wysokoenergetycznymi jonami (Krzysztof Siemek).
4. Pomiary objętości swobodnych w materiałach molekularnych i polimerach metodą anihilacji. Opis lokalnych właściwości mikroskopowych dla wysoko uporządkowanych faz ciekłokrystalicznych wybranych materiałów oraz kryształów plastycznych. Badania wpływu usieciowania na objętości swobodne w elastomerach (Ewa Dryzek).

Do badań wykorzystane będą techniki pomiarów czasów życia pozytonów, spektroskopia poszerzenia dopplerowskiego, koincydencyjnego poszerzenia dopplerowskiego.

planowane efekty naukowe i praktyczne

Publikacja wyników badań w międzynarodowych czasopismach naukowych, prezentacja wyników na międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych.

zadanie 3. Struktura, własności magnetyczne, magnetotermodynamiczne i magnetotransportowe układów molekularnych i nanostruktur metalicznych (Marta Wolny-Marszałek)

Cel realizacji zadania:

1. Badanie struktury i własności magnetycznych cienkowarstwowych stopów i nanomateriałów nanostrukturyzowanych metodami chemicznymi, wiązkami jonowymi i wiązką lasera (*współpraca z Uniwersytetem w Augsburgu, Akademickim Centrum Materiałów i Nanotechnologii AGH (ACMiN), Centrum Helmholtza Drezno-Rosendorf i Uniwersytetem w Mińsku*).
2. Otrzymywanie metodą elektrodepozycji magnetycznych nanodrutów oraz analiza ich morfologii, własności strukturalnych, magnetycznych i magnetotransportowych (*współpraca z Wydziałem Metali Nieżelaznych oraz z Wydziałem Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej*) (Małgorzata Kąc).
3. Synteza nanokompozytowych cząstek magnetycznych metodą naświetlania laserem impulsowym (nanosekundowym i pikosekundowym) oraz badanie ich własności strukturalnych, optycznych i magnetycznych (*współpraca z Instytutem Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego*) (Żaneta Świątkowska-Warkocka).
4. Wytwarzanie bioceramicznych powłok na tytanie i jego stopach metodą hydrotermalną. Badanie ich struktury, morfologii i funkcjonalności dla zastosowań implantologicznych (*współpraca z Katedrą Biomateriałów AGH*).
5. Badanie struktury i własności powłok diamentowych modyfikowanych poprzez implantację domieszek.
6. Opracowanie metody multifunkcjonalizacji cienkich warstw krzemionkowych (*współpraca z Wydziałem Chemii Uniwersytetu w Kioto, Uniwersytetem Śląskim*) (Magdalena Laskowska).
7. Analiza teoretyczna oraz symulacje kwantowe układów molekularnych o różnej wymiarowości (Robert Pełka).
8. Badanie właściwości fizycznych magnetyków molekularnych w formie objętościowej i cienkowarstwowej. (*współpraca z Instytutem Fizyki Eksperymentalnej Słowackiej Akademii Nauk, Wydziałem Chemii UJ, Instytutem Metalurgii i Inżynierii Materiałowej*).

planowane efekty naukowe i praktyczne:

Określenie warunków przygotowywania metalicznych materiałów nanostrukturyzowanych, nanodrutów, powłok i cienkich warstw oraz submikronowych cząstek. Opracowanie metod syntezy magnetycznych warstw molekularnych oraz aktywowanych filmów krzemionkowych, posiadających zadany skład i strukturę. Ustalenie własności magnetycznych, magnetotransportowych, elektrycznych i optycznych otrzymanych materiałów. Określenie procesów fizycznych występujących podczas wzrostu i/lub modyfikacji układów niskowymiarowych prowadzących do uzyskania pożądanych własności tych układów. Dostarczenie informacji na temat wartości momentów magnetycznych, magnetycznych przejść fazowych, energii oddziaływania, zachowania krytycznego, relaksacji oraz właściwości magnetokalorycznych w badanych materiałach. Zbadanie wpływu ciśnienia zewnętrznego, naświetlania, pola magnetycznego lub modyfikacji chemicznych (hydratacja, dehydratacja, absorpcja molekuł obcych) na magnetyzm badanych materiałów. Wyznaczenie efektu magnetokalorycznego w wybranych magnetykach molekularnych oraz jego dyskusja w powiązaniu z zachowaniem krytycznym i anizotropią.

Przeprowadzenie analizy teoretycznej i numerycznej wyników magnetometrycznych oraz kalorymetrycznych, z wykorzystaniem istniejących modeli, a także tworzenie nowych modeli.

Wyniki badań będą prezentowane na krajowych i międzynarodowych konferencjach, a także publikowane w czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Efektem realizacji zadania będą opracowane procedury formowania powłok oraz patenty, jak również prace magisterskie, doktorska i habilitacyjna.

zadanie 4. Prace nad poznaniem struktury i dynamiki materii miękkiej i materiałów funkcjonalnych przy pomocy komplementarnych metod doświadczalnych i obliczeniowych (Wojciech Zajac)

cel realizacji zadania

1. Badanie polimorfizmu i dynamiki w substancjach organicznych o różnym stopniu uporządkowania (*we współpracy z Uniwersytetem w Tsukubie*) (Maria Massalska-Arodź).
2. Badanie nowych materiałów funkcjonalnych i nowych mezogenów zawierających substancje pochodzenia naturalnego (Wojciech Zajac).
3. Badania spektroskopowe wybranych faz rotacyjnych i ciekłokrystalicznych (*współpraca z Laboratorium Fizyki Neutronowej im. Franka w ZIBJ w Dubnej, Rosja*) (Ewa Juszyńska-Gałązka).
4. Badania struktury, dynamiki i polimorfizmu wybranych farmaceutyków (Piotr M. Zieliński)
5. Rozbudowa aparatury badawczej w laboratorium kalorymetrii. (Piotr M. Zieliński).
6. Badanie wpływu ograniczeń przestrzennych w układach molekularnych (*współpraca z Uniwersytetem w Lipsku*) (Małgorzata Jasiurkowska-Delaporte).

planowane efekty naukowe i praktyczne

1. Ustalenie relacji struktura molekularna-dynamika-diagram fazowy dla wybranych ciekłych kryształów. Badania zeszklenia i krystalizacji.
2. Prace nad zrozumieniem mechanizmu powstawania żelów substancji niskomolekularnych (Low Molecular Weight Organic Gelators, LMOG) przy bardzo małych stężeniach żelatora.
3. Uzyskanie informacji o wpływie budowy molekuł i oddziaływań międzymolekularnych na polimorfizm fazowy oraz dynamikę w poszczególnych fazach nowych mezogenów. Określenie parametrów uporządkowania molekuł i dynamiki grup molekularnych.
4. Poszukiwanie amorficznych lub amorfizowanych form wybranych farmaceutyków oraz poznanie ich własności pod kątem optymalizacji ich dawek leczniczych.
5. Ustalenie zależności pomiędzy dynamiką molekularną a rodzajem ograniczenia przestrzennego.

Publikacja wyników w ważnych czasopismach specjalistycznych, prezentacje na konferencjach międzynarodowych oraz gromadzenie materiału dla dwóch prac habilitacyjnych.

zadanie 5. Projektowanie, synteza i charakteryzacja nanocząstek metalicznych do różnych zastosowań (Magdalena Parlińska-Wojtan)

cel realizacji zadania

1. Synteza i charakteryzacja nanocząstek magnetycznych typu core/shell do zastosowań w obrazowaniu rezonansem magnetycznym (MRI).
2. Zastosowanie nanocząstek metali szlachetnych (Me NPs) do wspomagania terapii protonowej.
3. Badania cytoksyczości nanocząstek o różnych kształtach na komórki nowotworowe oraz oddziaływań nanocząstek z komórkami nowotworowymi techniką transmisyjnej mikroskopii elektronowej (TEM) oraz absorpcji w podczerwieni (Joanna Depciuch).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Wyniki badań zostaną opublikowane w międzynarodowych czasopismach naukowych oraz zaprezentowane na seminariach i konferencjach. Przyczynią się do realizacji dwóch prac doktorskich.

zadanie 6. Badania komputerowe struktury i dynamiki materiałów krystalicznych i nanomateriałów (Przemysław Piekarz)

cel realizacji zadania

1. Zbadanie ultraszybkich procesów i przejść fazowych w materiałach pod wpływem impulsów promieniowania X emitowanego przez laser na swobodnych elektronach (FEL) (Beata Ziąja-Motyka).
2. Wyznaczenie struktury i własności dynamicznych kryształów FeSi_2 oraz cienkich warstw i nanodrutów FeSi_2 o różnych rozmiarach, osadzonych na podłożu Si (Małgorzata Sternik).
3. Badania własności termodynamicznych nanocząstek FePt metodą dynamiki molekularnej (Paweł Jochym).
4. Badanie struktury i własności elastycznych stopów wieloskładnikowych metali przejściowych (Paweł Jochym).
5. Zbadanie struktury elektronowej i podatności par Coopera w nadprzewodnikach żelazowych (Andrzej Ptok).
6. Zbadanie własności magnetycznych lodu kwantowego (Olga Sikora).
7. Zbadanie własności anharmonicznych kryształów w funkcji temperatury (Jan Łażewski).
8. Zbadanie własności strukturalnych i dynamicznych magnetytu w niskotemperaturowej fazie jednoskośnej Cc (Przemysław Piekarz).
9. Badanie przejść fazowych w układach silnie skorelowanych metodą sieci tensorowych (Piotr Czarnik).
10. Badanie układów silnie skorelowanych elektronów z dalekozasięgowym oddziaływaniem kulombowskim (Konrad Kapcia).

Planowane efekty naukowe i praktyczne

1. Głównym efektem naukowym przeprowadzonych badań będzie poszerzenie wiedzy na temat własności strukturalnych, elektronowych i dynamicznych układów metalicznych, półprzewodnikowych.
2. Opisanie zjawisk zachodzących w materiałach podczas rozpraszania wiązek fotonów o dużym natężeniu oraz zrozumienie zmian w strukturze elektronowej i krystalicznej pod wpływem tych procesów.
3. Znalezienie optymalnych nanostruktur krzemków żelaza Fe-Si na różnych podłożach oraz wyznaczenie dla nich fononowych krzywych dyspersji i gęstości stanów, co ułatwi analizę widm fononowych zmierzonych przy pomocy nieelastycznego rozpraszania jądrowego.
4. Rozwinięcie metod obliczeniowych i oprogramowania do badania własności anharmonicznych oraz zastosowanie ich do wybranych układów krystalicznych.
5. Wyznaczenie diagramów fazowych układów silnie skorelowanych z uporządkowaniem ładunkowym metodą DMFT.
6. Wyznaczenie temperatury topnienia oraz parametrów termodynamicznych nanocząstek FePt.
7. Opracowanie metody wyznaczania diagramu fazowego i wykładników krytycznych przy pomocy sieci tensorowych.
8. Wyniki badań zostaną opublikowane w międzynarodowych czasopismach naukowych oraz zaprezentowane na seminariach i konferencjach naukowych.

Temat 4. BADANIA INTERDYSCYPLINARNE I STOSOWANE

zadanie 1. Interdyscyplinarne aspekty fizyki układów złożonych (Stanisław Drożdż)

cel realizacji zadania

1. Identyfikacja uniwersalnych charakterystyk złożoności:

- krzyżowe korelacje multifraktalne w procesach stochastycznych,
- struktura i dynamika sieci społecznych w relacji do teorii sieci złożonych,
- korelacje wieloskalowe w dynamice zmienności liczby plam na Słońcu,
- struktury geologiczne w formalizmie sieci złożonych,
- zjawiska krytyczne i efekty synchronizacji w dynamice finansów,
- modele oddziałujących agentów,
- zagadnienia lingwistyki ilościowej,
- wieloskalowa organizacja utworów muzycznych,
- modelowanie synchronizacji neuronów przez układy elektroniczne.

2. Dynamika nieliniowa i chaos klasyczny

planowane efekty naukowe i praktyczne

- Identyfikacja empirycznych własności światowej sieci współautorstwa artykułów naukowych jako przykładu sieci społecznej oraz zaproponowanie takiego wariantu teoretycznego modelu sieci złożonej, który w sposób optymalny odzwierciedla mechanizm powstawania i ewolucji takich sieci oraz obserwowane charakterystyki empiryczne.
- Rozwój algorytmu ilościowego ujmowania krzyżowych korelacji wieloskalowych z optymalizacją procedury detrendowania fluktuacji oraz wskazanie nośników takich korelacji.
- Wyjaśnienie pochodzenia prawostronnej asymetrii multifraktalnej w dynamice zmienności liczby plam na Słońcu.
- Identyfikacja uniwersalnych charakterystyk wiodących pasm górskich świata oraz stworzenie takiego modelu typu sieci złożonych, który te charakterystyki odtwarza.
- Zrozumienie dynamiki wymiany walut światowych w kontekście sprzężeń relacją ‘po trójkacie’ oraz wskazanie ewentualnej korespondencji do zjawisk turbulentnych.
- Badanie wieloskalowych korelacji pomiędzy różnymi instrumentami finansowymi świata w kontekście gwałtownych zmian w trendach globalnych.
- Ilościowe ujęcie efektów typu ciągłe przejścia fazowe w dynamice modeli oddziałujących agentów.
- Systematyczne zbadanie multifraktalnych charakterystyk różnego typu utworów muzycznych oraz wskazanie tych ich cech ilościowych w formalizmie miar korelacji nieliniowych, które optymalnie synchronizują z aktywnością ludzkiego mózgu.
- Dla różnego typu utworów muzycznych zbadanie istnienia przedziałów częstości, w których korelacje mają charakter multifraktalny oraz określenie zakresu tego typu korelacji.
- Opis charakteru oraz znaczenia długo-zasięgowych korelacji nieliniowych w tekstach narracyjnych.
- Zidentyfikowanie potencjalnej składowej typu chaos deterministyczny w szeregach czasowych generowanych przez naturalne układy złożone.
- Zbudowanie zestawu sprzężonych oscylatorów elektronicznych, tak aby poprawnie symulował on obserwowane charakterystyki synchronizacji w układach żywych neuronów.
- Badanie korespondencji pomiędzy różnymi wzorcami emocji w tekstach pisanych a odpowiednimi korelacjami wieloskalowymi w rozkładach słów i długościach zdań.

Efekty praktyczne to publikacja wyników w międzynarodowych periodykach naukowych, prezentacja wyników na naukowych konferencjach międzynarodowych i krajowych oraz zebranie materiałów do przewodów doktorskich i habilitacyjnych prowadzonych w Zakładzie.

zadanie 2. Badania oddziaływania promieniowania jądrowego z różnymi ośrodkami (Wojciech Królas)

cel realizacji zadania

1. Opracowanie projektu akceleratorowego źródła neutronowego IFMIF/DONES (Demo Oriented Neutron Source) (*współpraca: EUROfusion*) (Wojciech Królas).
2. Badanie aktywacji rzeczywistych materiałów tokamaka ITER (*współpraca: EUROfusion; NCBJ Świerk*) (Anna Wójcik-Garguła).
3. Modelowanie pól promieniowania generowanych przez aparaturowe źródła neutronowe oraz odpowiedzi detektorów neutronowych z uwzględnieniem wpływu otoczenia i innych zaburzających źródeł promieniowania (*współpraca: EUROfusion, ITER Organisation*) (Urszula Wiącek).

planowane efekty naukowe i praktyczne

1.
 - Opracowanie projektu modułu kalibracyjnego i monitorującego STUMM dla laboratorium IFMIF-DONES do określania parametrów strumienia neutronów w obszarze naświetlania próbek.
 - Opracowanie koncepcji komplementarnych eksperymentów fizycznych (Complementary Experiments) w laboratorium DONES.
 - Modelowania Monte Carlo w zakresie neutroniki (transportu promieniowania) dla laboratorium IFMIF-DONES.
2. Teoretyczna ocena stopnia aktywacji materiałów konstrukcyjnych (wg wyboru przez ITER Organization), ich naświetlanie w tokamaku JET i pomiary wynikowej aktywacji.
3. Modelowanie pól promieniowania mieszanego przy aparaturowych źródłach neutronów, niezbędne w toku opracowywania metod pomiarowych, umożliwia ocenę zmiany widma energetycznego pierwotnych i rozproszonych neutronów w otoczeniu źródła. Wyniki modelowania Monte Carlo rozkładów pól promieniowania przy źródłach impulsowych, jak plasma-focus PF-24 czy generator IGN-14 (IFJ PAN) zostaną wykorzystane w testach nowych metod pomiarowych, m.in. z detektorami diamentowymi i dedykowanymi quasi-punktowymi detektorami scyntylacyjnymi oraz w analizie neutronicznej przy projektowanych bądź budowanych urządzeniach fuzyjnych lub akceleratorowych (jak np. HRNS – spektrometru neutronowego o wysokiej rozdzielczości dla ITERa).

zadanie 3. Diagnostyka plazmy wysokotemperaturowej (Marek Scholz)

cel realizacji zadania

1. Wykorzystanie detektorów diamentowych do pomiaru neutronów i prędkich jonów z emisji w plazmie termojądrowej (Jan Dankowski).
2. Badanie zjawisk towarzyszących szybkim impulsom plazmowym generowanym w układzie Plasma-Focus PF-24 IFJ (Agnieszka Kulińska).
3. Opracowanie nowych metod obrazowania rentgenowskiego plazmy w urządzeniach fuzyjnych (*współpraca: CEA – IRFM Cadarache*) (Axel Jardin).
4. Opracowanie metodyki pomiarów SXR i HXR do badania plazmy w urządzeniach fuzyjnych (WEST) (*współpraca: CEA IRFM Cadarache*) (Jakub Bielecki).

5. Spektrometria neutronowa o wysokiej rozdzielczości energetycznej dla określania parametrów plazmy termojądrowej pod kątem programu ITER (*współpraca: ITER Organisation*) (Marek Scholz).
planowane efekty naukowe i praktyczne
1. Kontynuacja badań detektorów diamentowych CVD (w warunkach laboratoryjnych i *in situ*) w celu ich zastosowania w spektrometrycznych pomiarach produktów syntezy termojądrowej D-D i D-T, tj. wysokoenergetycznych jonów i neutronów prędkich, w uciążliwych warunkach pracy występujących przy tokamakach.
2. System pomiarowy z miniaturowymi detektorami scyntylacyjnymi zbudowany wg własnego projektu pozwoli na wykonywanie obrazowania ogniska plazmowego w reakcji D-D podczas wyładowań w PF-24, na podstawie rejestrowanej emisji neutronów 2.45 MeV oraz towarzyszącego promieniowania X.
3. Tomograficzna rekonstrukcja rentgenowskiego obrazu plazmy jest trudnym zadaniem z powodu na ogół ograniczonej ilości danych eksperymentalnych z detektorów wokół urządzenia fuzyjnego. Stąd konieczność opracowania nowych, specjalnych metod rekonstrukcji. Naukowym wynikiem wykonania zadania jest poznanie rozkładów emisyjności promieniowania X w poloidalnym przekroju urządzenia fuzyjnego.
4. Rejestracja emisji SXR (soft X-ray – miękkie promieniowanie rentgenowskie, $E < 20$ keV) z plazmy termojądrowej w tokamaku dostarcza informacji na temat równowagi magnetycznej oraz rozkładu przestrzennego domieszek. Twarde promieniowanie rentgenowskie (HXR, $E = 20\div 200$ keV) pozwala wnioskować o populacji elektronów nadtermicznych pojawiających się podczas działania systemów grzania plazmy. Prowadzone prace posłużą opracowaniu metodyki pomiarów SXR i HXR dla zastosowania w urządzeniach typu tokamak i stellerator.
5. Rejestrowane widma energetyczne neutronów prędkich (pierwotnych i rozproszonych) mają posłużyć do określania parametrów plazmy termojądrowej, istotnych dla efektywnej pracy urządzenia fuzyjnego (tokamaka), takich jak stosunek neutronów z emisji DD i DT (nT/nD) zależny od składu paliwa deuterowo-trytowego, temperatura jonów Ti w gorącej plazmie, itp.

zadanie 4. Obrazowanie i zlokalizowana spektroskopia magnetycznego rezonansu w badaniach biomedycznych i materiałowych (Władysław Węglarz)

cel realizacji zadania

Rozwój oraz zastosowanie metod obrazowania i spektroskopii zlokalizowanej magnetycznego rezonansu (MRI/MRS) do badań biomedycznych *in vivo* i *ex vivo* z wykorzystaniem modeli zwierzęcych chorób, badań roślinnych obiektów biologicznych oraz do badań materiałowych.

1. Badanie struktury i procesów fizjologicznych tkanek i narządów w stanach normalnych lub patologicznych w warunkach *in vivo* i *ex vivo* metodami MRI/MRS (*współpraca z University of Calgary, Kanada, University of British Columbia, Kanada, Katedrą Farmakologii CMUJ, Instytutem Zoologii UJ, Instytutem Farmakologii PAN, Akademią Górniczo-Hutniczą, Uniwersytetem Medycznym w Lublinie*).
2. Zastosowanie obrazowania i spektroskopii MR do badań własności nośników leków, nowoczesnych środków kontrastowych i materiałów porowatych (*współpraca z Uniwersytetem Pedagogicznym w Krakowie, Katedrą Farmacji CMUJ, IKiFP PAN, Akademią Górniczo-Hutniczą, Uniwersytetem Rolniczym w Krakowie*).
3. Rozwój metod i oprzyrządowania do obrazowania i spektroskopii zlokalizowanej MR (*współpraca z University of Toronto, Toronto, Kanada, University of British Columbia, Kanada, Akademią Górniczo-Hutniczą, Uniwersytetem Medycznym w Lublinie*).

planowane efekty naukowe i praktyczne

- Opracowanie i wdrożenie nowych technik ilościowego obrazowania MR oraz wykorzystanie ich do scharakteryzowania modeli zwierzęcych, chorób i procesów patologicznych zachodzących w różnych organach i narządach oraz oceny efektów terapii farmakologicznych i komórkowych.
- Scharakteryzowanie procesów zachodzących podczas uwadniania materiałów farmaceutycznych.
- Scharakteryzowanie własności relaksacyjnych oraz biodystrybucji nano-materiałów (nośników leków i środków kontrastowych) w warunkach *in vitro* i *in vivo*.
- Rozwój i wykorzystanie techniki obrazowania i spektroskopii ^{19}F MR do oceny dystrybucji teranostycznych nośników leków
- Badania dynamiki cząsteczek i ich oddziaływań metodami deuteronowej spektroskopii rezonansu magnetycznego w ważnych technologicznie materiałach.
- Konstrukcja i przetestowanie dedykowanych cewek RF.

zadanie 5. Badanie zmienności układów biologicznych, środowiskowych i materiałowych (Wojciech M. Kwiatek)

cel realizacji zadania

1. Badanie zmian zachodzących w układach złożonych na poziomie komórkowym, molekularnym i atomowym z wykorzystaniem technik synchrotronowych, laserów na swobodnych elektronach oraz klasycznych źródeł promieniowania rentgenowskiego (*współpraca: Paul Scherrer Institute, Villigen, Switzerland; Uppsala University, Sweden; Brussels University, Belgium; PTB Berlin, Germany; University of Vienna, Austria; Instytut Chemii Fizycznej PAN*) (Joanna Czapla-Masztafiak).
2. Zastosowanie metod spektroskopii rentgenowskiej do badań aplikacyjnych i fundamentalnych z wykorzystaniem promieniowania synchrotronowego oraz laserów rentgenowskich. Rozwój laboratoryjnych układów spektroskopii emisyjnej i absorpcyjnej (*współpraca: Wigner Research Institute, Budapest, Hungary; Extreme Light Infrastructure, Prague, Czech Republic; SwissFEL, Villigen, Switzerland; SACLA Facility, Japan; European XFEL, Hamburg, Germany; Linac Coherent Light Source, USA; Newcastle University, UK*) (Jakub Szlachetko).
3. Obrazowanie mikrotomografią komputerową oraz badanie mikrostruktur w układach złożonych spektroskopowymi metodami komplementarnymi oraz metodami wykorzystującymi wiązki jonów z akceleratora typu Van de Graaffa (*współpraca: Collegium Medicum UJ; Instytut Nauk Geologicznych UJ; Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH; WIMiC AGH; Muzeum Narodowe w Krakowie; Wydział Matematyczno-Przyrodniczy Uniwersytetu Rzeszowskiego*) (Janusz Lekki).
4. Badania fizykochemiczne materiału środowiskowego z wykorzystaniem metody chromatografii gazowej sprzężonej z różnymi technikami detekcji (*współpraca: IKiFP PAN, Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji S.A. w Krakowie*) (Marek Kopeć).

planowane efekty naukowe i praktyczne

1. Określenie roli pierwiastków śladowych i ich wpływu na procesy zachodzące w próbkach biologicznych, medycznych i środowiskowych oraz innych układach złożonych.
2. Określenie atomowej struktury elektronowej w materiałach istotnych dla badań biologicznych i chemicznych. Badanie procesów nieliniowego oddziaływania promieniowania X z materią z wykorzystaniem femtosekundowych impulsów promieniowania rentgenowskiego. Zastosowanie spektroskopii EXAFS z wykorzystaniem laboratoryjnego układu spektroskopowego.

3. Wykonanie obrazów przestrzennych materiałów biomedycznych i środowiskowych technikami tomografii z uwzględnieniem kontrastu fazowego. Określenie składu pierwiastkowego i fazowego układów biologicznych, środowiskowych i materiałowych.
4. Badania materiału środowiskowego w kierunku określenia zanieczyszczenia środowiska oraz śladowych stężeń związków aktywnych w niszczeniu ziemskiej warstwy ozonowej.

zadanie 6. Obrazowanie spektroskopowe dla potrzeb radiobiologii, terapii i badań układów złożonych oraz badania cytogenetyczne i molekularne układów biologicznych (Czesława Paluszkiwicz)

1. Badanie zmienności układów biologicznych na poziomie komórkowym i molekularnym z wykorzystaniem spektroskopii oscylacyjnej i mikroskopii sił atomowych (*współpraca z University of Pennsylvania USA, CIML Francja, University of Bordeaux Francja, Université Paris-Sud, Orsay, INFN Włochy, IKiFP PAN, Instytutem Farmakologii PAN, Wydziałem Chemii UJ, Katedrą i Kliniką Laryngologii Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Zabrze, Uniwersytetem Medycznym w Białymstoku, Instytutem Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN*) (Natalia Piergies, Katarzyna Pogoda).
2. Badania wpływu promieniowania jonizującego na organizmy żywe (*współpraca z Johns Hopkins University Baltimore USA*) (Maciej Roman).
3. Badania składu chemicznego, fazowego i strukturalnego obiektów dziedzictwa kulturowego (*współpraca z Singapore Synchrotron Light Source, National University of Singapore, Universidad De Málaga Hiszpania, Wydziałem Odlewnictwa AGH, Muzeum Narodowym w Krakowie, Wydziałem Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki ASP w Krakowie, Wydziałem Sztuk Pięknych Uniwersytetu im. M. Kopernika w Toruniu*) (Ewa Pięta).
4. Badania skuteczności biologicznej, ekspozycji środowiskowych oraz zawodowych i zależności dawka-skutek dla wiązek promieniowania jonizującego oraz wpływu genotypu na odpowiedź komórkową po zastosowaniu różnych typów i dawek promieniowania jonizującego (*współpraca z Kliniką Endokrynologii i Medycyny Nuklearnej, Świętokrzyskim Centrum Onkologii, National Cancer Institute, National Institutes of Health, Bethesda USA, Katedrą Epidemiologii i Medycyny Zapobiegawczej, Collegium Medicum UJ*) (Justyna Miszczyk).
5. Badania cytotoksyczności i gentoksyczności w funkcji ekspozycji diagnostycznej, terapeutycznej oraz w ocenie biokompatybilności biomateriałów (*współpraca z WIMiC AGH, Wydziałem Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii UJ*) (Agnieszka Panek).
6. Badania poziomu ekspresji genów za pomocą metody RT-PCR (reakcji łańcuchowej polimerazy w czasie rzeczywistym). *Współpraca: Katedra Patofizjologii Collegium Medicum UJ, Zakład Diagnostyki Patomorfologicznej Szpital Uniwersytecki w Krakowie, Katedra i Klinika Laryngologii Śląski Uniwersytet Medyczny w Zabrze.* (Monika Woźniak)
7. Analiza danych spektroskopowych metodami chemometrycznymi wspomaganymi modelowaniem molekularnym *ab initio* (*współpraca z Beckman Institute for Advanced Science and Technology, University of Illinois at Urbana-Champaign USA, Katedrą Biochemii i Neurobiologii WIMiC AGH, Katedrą Chorób Wewnętrznych i Gerontologii Collegium Medicum UJ*) (Tomasz Wróbel).

planowane efekty naukowe i praktyczne

1. Otrzymanie obrazów spektroskopowych układów molekularnych, tkankowych, komórkowych (wewnętrznej struktury komórek, składu molekularnego, własności biochemicznych).
2. Określenie uszkodzeń radiacyjnych materii żywej oraz procesów naprawy.

3. Określenie mechanizmu inhibicji w symulowanych układach korozyjnych, wyznaczenie właściwości otrzymanych produktów syntezy. Określenie składu i rozkładu pierwiastków śladowych oraz zmian strukturalnych w obiektach dziedzictwa kulturowego.
4. Określenie zróżnicowania w osobniczej podatności i wydajności procesów naprawy uszkodzeń DNA na promieniowanie jonizujące dla optymalizacji procesów terapeutycznych. Ocena skutków biologicznych działania różnych typów promieniowania w zakresie niskich i wysokich dawek oraz dokonanie charakterystyki uszkodzeń radiacyjnych, ocena procesów naprawy i dróg sygnalizacji międzykomórkowej w kontekście zróżnicowania genotypowego.
5. Określenie wpływu zewnętrznych czynników ekspozycyjnych na uszkodzenia i naprawę materiału genetycznego komórek. Ocena możliwości aplikacyjnych modyfikowanych materiałów pod kątem ich ewentualnej toksyczności w komórkach człowieka.
6. Określenie ekspresji wybranych genów zaangażowanych w proces nowotworzenia w badanych tkankach i komórkach.
7. Zintegrowanie metod chemometrycznych z aktualnie stosowanymi technikami analitycznymi.

zadanie 7. Radiochemiczne i instrumentalne metody analizy i syntezy sztucznych pierwiastków promieniotwórczych w zastosowaniu do radioekologii i radiofarmaceutyków (Jerzy Mietelski)

cel realizacji zadania

1. Rozwój metodyki badań skażeń promieniotwórczych środowiska:
 - a) doskonalenie metod wydzielenia pierwiastków promieniotwórczych i preparatyki źródeł dla potrzeb monitoringu emiterów alfa i beta w środowisku naturalnym (Renata Kierepko),
 - b) wykorzystanie spektrometrii masowej w pomiarach radioaktywności środowiska (współpraca z ING PAN),
 - c) prace nad metodyką oznaczania trytu ze wzbogaceniem elektrochemicznym (Magdalena Miecznik),
 - d) wykorzystanie pomiarów spektrometrycznych stężeń emiterów alfa, beta i gamma w badaniach środowiska i w badaniach czystości radiologicznej próbek materiałowych (Edyta Łokas),
2. Badania nad obecnością śladowych pierwiastków w organizmie człowieka, w tym prowadzenie pomiarów zawartości substancji gamma-promieniotwórczych licznikiem całego ciała (Kamil Brudecki),
3. Opracowanie metod wydzielenia radionuklidów z aktywowanych tarcz (Ryszard Misiak),
4. Prace rozwojowe nad cyfrowym, koincydencyjnym spektrometrem promieniowania gamma.

planowane efekty naukowe i praktyczne

Wyniki prac stanowią przedmiot publikacji naukowych, będą także prezentowane na ważnych krajowych i międzynarodowych konferencjach, są też częściowo podstawą prowadzonych doktoratów.

Pomiary spektrometryczne stężeń emiterów alfa, beta i gamma w próbkach środowiskowych i w badaniach czystości radiologicznej próbek materiałowych dla zleceniodawców zewnętrznych w ramach działalności laboratorium z akredytacją PCA: Laboratorium Analiz Promieniotwórczości.

zadanie 8. Izotopy promieniotwórcze w fizyce środowiska i ochronie radiologicznej (Krzysztof Kozak)

cel realizacji zadania

1. Badanie stężeń radonu w różnych komponentach środowiska, doskonalenie technik pomiarowych (*współpraca z Ojcowskim Parkiem Narodowym, Wydziałem Geografii UJ, Wydziałem Inżynierii Środowiska PK*).
2. Badanie wpływu poziomów radonu w budynkach na zdrowie mieszkańców (*współpraca z Uniwersytetem Medycznym w Lublinie*).
3. Pomiary radioaktywności w środowisku cyklotronów w IFJ PAN.
4. Badanie zjawiska emanacji toronu z próbek stałych.
5. Pomiary stężeń izotopów promieniotwórczych w próbkach środowiskowych (*współpraca m.in. z Politechniką Wrocławską, AGH, CLOR i GIG w ramach działalności Centrum Radonowego*).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Wyniki prac stanowią przedmiot publikacji naukowych, będą także prezentowane na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych, są też częściowo podstawą prowadzonych doktoratów (punkt 3 i 4).

Pomiary spektrometryczne stężeń emiterów gamma w próbkach środowiskowych i w badaniach czystości radiologicznej próbek materiałowych dla zleceniodawców zewnętrznych w ramach działalności laboratorium z akredytacją PCA: Laboratorium Ekspertyz Radiometrycznych.

zadanie 9. Dozymetria luminescencyjna w pomiarach promieniowania jonizującego (Paweł Bilski)

cel realizacji zadania

1. Opracowanie i rozwój metod dozymetrycznych w oparciu o detektory luminescencyjne do pomiaru dawek promieniowania jonizującego. Prowadzone będą prace zmierzające do wytworzenia nowych materiałów luminescencyjnych, w tym w postaci kryształów otrzymywanych metodami Micro-Pulling Down (MPD) i Czochralskiego oraz badanie ich właściwości dozymetrycznych. Kontynuowane będą pomiary dawek promieniowania w kosmosie oraz wokół urządzeń fuzji jądrowej. Prowadzone będą badania nad wykorzystaniem fotoluminescencji kryształów LiF do mikro-obrazowania rozkładu dawki, w tym detekcji śladów cząstek jądrowych.
2. Rozwój metod pomiarowych w termoluminescencyjnej dozymetrii indywidualnej, środowiskowej oraz ochronie radiologicznej pacjenta (**Izabela Milcewicz-Mika**).
 - a) Ocena narażenia osób pracujących w narażeniu na promieniowanie jonizujące w Polsce. W oparciu o prowadzone pomiary dawek indywidualnych i środowiskowych w ramach działalności Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej (LADIS) powstaje szeroka baza do analizy narażenia osób pracujących w polu promieniowania jonizującego, zarówno w medycynie, jak i przemyśle. Celem zadania jest m.in. opracowanie i rozwój nowych technik i metod dozymetrycznych, dostosowanych do potrzeb indywidualnej dozymetrii termoluminescencyjnej. Rozwój badań związanych z możliwością powtórnego odczytu dawki oraz dozymetrii soczewek oczu oraz zakresu wykorzystania dawek w miejscu pracy do szacowania narażenia personelu.
 - b) Rozwój dozymetrycznych metod termoluminescencyjnych w medycynie. Rozwój metod dozymetrycznych związanych z dozymetrią pacjenta. Planuje się testowanie możliwości zastosowania dwuwymiarowych detektorów termoluminescencyjnych w pomiarach w radiologii interwencyjnej i radioterapii oraz możliwości zastosowania standardowych detektorów termoluminescencyjnych w pomiarach dawek w radiologii (cel wieloletni).

Planowane efekty

1. Efektem praktycznym będzie opracowanie nowych metod pomiaru dawki promieniowania jonizującego. Publikacje naukowe oraz wystąpienia konferencyjne. Planuje się realizację jednego doktoratu.
2. Planowanym efektem praktycznym prac będzie analiza i ocena narażenia pracowników pracujących w polach promieniowania jonizującego oraz zakresy dawek otrzymywanych przez pacjentów w ramach różnorodnych procedur medycznych. Publikacje naukowe oraz wystąpienia konferencyjne.

zadanie 10. Wykorzystanie wiązek protonowych do badań w dziedzinie fizyki materiałowej, radiochemii, radiobiologii i fizyki medycznej (Paweł Olko)

cel realizacji zadania:

Celem zadania są badania poznawcze i aplikacyjne w obszarze fizyki, chemii, biologii i fizyki medycznej na unikatowych w Polsce wiązkach protonów.

1. Badanie materiałów luminescencyjnych z wykorzystaniem wiązki protonowej dla dozymetrii promieniowania kosmicznego i radioterapii protonowej (Paweł Bilski).
2. Opracowanie metod otrzymywania i wydzielania radionuklidów z wykorzystaniem cyklotronu AIC-144 (Ryszard Misiak).
3. Opracowanie metod radioterapii protonowej oraz napromieniania materiałów biologicznych, systemów elektronicznych i próbek materiałowych na wiązce protonowej (Jan Swakoń).
4. Opracowanie modeli radiobiologicznych RBE i modeli transportu wiązek protonowych i węglowych, mających zastosowanie w interpretacji eksperymentów radiobiologicznych oraz dla rozwoju systemów planowania leczenia w radioterapii (cel wieloletni) (Leszek Grzanka).

planowane efekty naukowe i praktyczne

- Efektem prac będzie poszerzenie wiedzy w obszarze radioterapii protonowej, radiobiologii, fizyki detektorów luminescencyjnych i radiochemii, a w szczególności optymalizacja detektorów do pomiarów wiązek protonowych, nowe metody radiochemicznego wydzielania izotopów oraz nowe dane na temat skuteczności biologicznej wiązek protonowych.
- Optymalizacja metod napromieniania próbek biologicznych, elektronicznych i materiałowych.
- Procedury numeryczne do obliczeń transportu promieniowania i jego skuteczności biologicznej

zadanie 11. Badanie własności mikroukładów biofizycznych (Małgorzata Lekka)

cel realizacji zadania

Badanie własności mechanicznych (elastyczność, adhezja) tkanek oraz komórek z użyciem mikroskopu sił atomowych (AFM) pracującego w trybie spektroskopii siły (*współpraca: Katedra Biochemii Lekarskiej CMUJ, Instytut Fizyki UJ, Uniwersytet w Mediolanie, Uniwersytet w Grenoble*).

Planowane efekty naukowe i praktyczne

Charakterystyka własności biomechanicznych pojedynczych komórek w badaniach efektywności działania leków przeciwnowotworowych oraz ocena elastyczności tkanek i komórek w diagnostyce idiopatycznego włóknienia płuc.

Temat 5. PRACE APARATUROWE I METODYCZNE

zadanie 1. Budowa detektorów i infrastruktury badawczej dla eksperymentów fizyki i nauk pokrewnych (Dariusz Bocian)

cel realizacji zadania

Udział w budowie infrastruktury i aparatury umożliwiającej prowadzenie naukowych badań w zakresie fizyki i nauk pokrewnych. Zadanie ESS jest wkładem rzeczowym wynikającym z polskich zobowiązań międzynarodowych. Pozostałe zadania (CTA, DONES, ITER, LHC, Pierre Auger, XFEL, FAIR, T2K, COMPASS-U, IBR-2M) są realizacją naukowej współpracy IFJ PAN z zagranicznymi ośrodkami.

- Udział w budowie ESS w ramach polskiego wkładu rzeczowego, Lund, Szwecja; kontynuacja – planowane zakończenie 2022 r. (Dariusz Bocian, Jacek Świerblewski).
- Udział w pracach grupy ELQA w trakcie drugiej długiej przerwy technicznej LHC (LS2), CERN, Genewa; kontynuacja – planowane zakończenie 2021 r.
- Udział w pracach projektowo-prototypowych radialnego spektrometru neutronowego (RNC) dla ITER ENEA Frascati, Włochy & IFJ PAN; kontynuacja – planowane zakończenie 2024 r. (Dariusz Bocian, Jacek Świerblewski).
- Udział w pracach nad zorganizowaniem klastra infrastruktury technologicznej dla akceleratorów i dużych magnesów (AMICI) IFJ PAN; kontynuacja – przewidywane zakończenie 2019 r. (Dariusz Bocian).
- Udział w pracach inżynieryjno-technicznych dla teleskopów Czerenkova w ramach polskiego konsorcjum projektu „Cherenkov Teleskope Array”; IFJ PAN kontynuacja – planowane zakończenie 2019 r. (Jerzy Michałowski, Jacek Świerblewski).
- Modernizacja infrastruktury cieczy kriogenicznych w IFJ PAN; kontynuacja – planowane zakończenie 2019 r. (Jacek Świerblewski, Waldemar Maciocha).
- Projekt i budowa stanowiska do badania magnesów nadprzewodzących, IFJ PAN; kontynuacja – przewidywane zakończenie 2020 r. (Dariusz Bocian, Jacek Świerblewski).
- Projekt i budowa stanowiska do pomiarów przewodów nadprzewodnikowych, IFJ PAN; kontynuacja – przewidywane zakończenie 2020 r. (Dariusz Bocian, Jacek Świerblewski).
- Udział w przygotowaniu i przeprowadzeniu testów nadprzewodników oraz magnesów dla HL-LHC, CERN, Szwajcaria; kontynuacja – zakończenie 2019 r. (Dariusz Bocian).
- Udział w przygotowaniu i przeprowadzeniu testów linków nadprzewodzących dla projektu HL-LHC, CERN, Szwajcaria; kontynuacja – zakończenie 2019 r. (Dariusz Bocian, Jaromir Ludwin).
- Prace naukowo-inżynieryjno-techniczne dla COMPASS-U w IPP Praga, IFJ PAN; rozpoczęcie – planowane zakończenie 2022 r. (Dariusz Bocian, Jacek Świerblewski).
- Prace naukowo-inżynieryjno-techniczne dla spektrometru IBR-2M w ośrodku DUBNA, IFJ PAN; rozpoczęcie – planowane zakończenie 2022 r. (Dariusz Bocian, Jacek Świerblewski).
- Udział w budowie detektorów SSD dla eksperymentu Pierre Auger; kontynuacja – planowane zakończenie 2019 r. (Tomasz Gieras, Jacek Świerblewski).
- Prace naukowo-inżynieryjno-techniczne dla projektu źródła neutronów DONES, kontynuacja – przewidywane zakończenie 2020 r. (Dariusz Bocian, Jacek Świerblewski).
- Udział w uruchomieniu lasera XFEL w Hamburgu; kontynuacja – przewidywane zakończenie 2019 r. (Mateusz Wienczek).
- Udział w budowie stanowiska testowego dla detektora AIDA dla FAIR, Darmstadt, nowe zadanie – przewidywane zakończenie 2019 r. (Jerzy Kotuła, Jacek Świerblewski).
- Udział w modernizacji detektora neutronów w projekcie T2K, IFJ PAN, kontynuacja – planowane zakończenie 2019 r. (Jerzy Michałowski, Jacek Świerblewski).

planowane efekty naukowe i praktyczne

Nowa infrastruktura (ESS, XFEL, FAIR, DONES, stanowiska do badania magnesów oraz pomiarów przewodów nadprzewodnikowych), aparatura naukowo-badawcza (CTA, Pierre Auger, T2K, ITER-RNC, COMPASS-U, IBR-2M) a także modernizacja już istniejących obiektów (LHC) umożliwiają prowadzenie badań naukowych w rozszerzonych zakresach, stwarzając warunki dla nowych odkryć oraz pogłębienia aktualnej wiedzy. Wykonanie planowanych prac umożliwia stały wzrost wiedzy, kompetencji i doświadczenia dużego zespołu naukowo-inżynieryjno-technicznego.

zadanie 2. Modernizacja i eksploatacja cyklotronu AIC-144 dla potrzeb badań z obszaru radiochemii, fizyki, biologii i inżynierii materiałowej (Jacek Sulikowski)

cel realizacji zadania

1. Utrzymanie w ruchu i modernizacja cyklotronu AIC-144, generującego stabilną wiązkę protonów o energii 60 MeV (energia, emitancja, stabilność, wielkość prądu wiązki, niezawodność) dla potrzeb ekspozycji naukowych.
2. Modernizacja stanowiska w hali eksperymentalnej nr 1 do wykorzystania wiązki protonów 60 MeV dla celów eksperymentów naukowych.

Zadania:

1. Kontrola stabilności pola magnetycznego dla utrzymania wartości maksymalnej energii oraz natężenia i stabilności prądu wiązki protonów (Paweł Bogdali).
2. Kontrola stabilności systemu wysokiej częstotliwości dla utrzymania wartości maksymalnej energii oraz natężenia i stabilności prądu wiązki protonów (Bogdan Lipka).
3. Rozwój systemu diagnostyki i monitoringu wiązki (Robert Cieślik).
4. Optymalizacja transportu i stabilności wiązek na stanowisku badawczym (Artur Sroka).

Prace 1 do 4 *prowadzone są we współpracy z ZIBJ, Dubna.*

5. Modernizacja stanowiska w hali eksperymentalnej wraz z oprzyrządowaniem pomiarowym wiązki (Jacek Sulikowski, Tomasz Nowak).

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

Postawione zadania mają na celu utrzymanie i ciągłą poprawę podstawowych parametrów akcelerowanej wiązki protonów.

Zmodernizowane stanowisko badawcze do ekspozycji wiązką protonów o energii 60 MeV będzie wykorzystywane przez zespoły badawcze IFJ PAN oraz współpracujące instytucje, w tym zagraniczne, w obszarach radiobiologii, radiochemii, fizyki radiacyjnej i inżynierii materiałowej.

zadanie 3. Rozwój sieci lokalnej LAN oraz współpraca z akademicką siecią MAN (Zbigniew Natkaniec)

cel realizacji zadania

1. Utrzymanie w ruchu oraz rozbudowa infrastruktury informatycznej Instytutu.
2. Rozwój szybkiej transmisji danych oraz utrzymanie systemów operacyjnych w klastrach komputerów i stacjach roboczych w IFJ PAN.
3. Zapewnienie bezpieczeństwa i integralności sieci komputerowej.

planowane efekty naukowe i praktyczne

1. Modernizacja stron WEB graficznie i funkcjonalnie.
2. Testy i wdrożenie produkcyjne nowych zoptymalizowanych metod szybkiej transmisji danych graficznych zaszyfrowanych w lokalnych sieciach LAN i globalnych sieciach WAN.
3. Modernizacja i rozwój globalnej bazy autoryzacyjnej dla użytkowników sieci oraz infrastruktury komputerowej IFJ.

zadanie 4. Wykorzystanie technologii obliczeń w chmurze w badaniach naukowych i gospodarce (akronim CC1) (Mariusz Witek)

cel realizacji zadania

1. Utrzymanie infrastruktury informatycznej chmury obliczeniowej CC1.

Celem zadania jest zapewnienie pełnej funkcjonalności prywatnej chmury obliczeniowej, powstałej w wyniku realizacji projektu POIG 02.03.03-00-033/09-04.

planowane efekty naukowe i praktyczne

Prace obejmują uaktualnianie systemu elastycznych obliczeń, serwisowanie zakupionego sprzętu oraz obsługę użytkowników.

zadanie 5. Wykorzystanie wiązki protonowej na potrzeby fizyki medycznej i radioterapii pacjentów onkologicznych (Renata Kopec)

cel realizacji zadania:

1. Wykorzystanie wiązki protonowej do prowadzenia radioterapii nowotworów zlokalizowanych poza narządem wzroku (cel wieloletni) (Tomasz Kajdrowicz).
2. Rozwój metod pomiarowych oraz prowadzenie radioterapii protonowej nowotworów oka (cel wieloletni) (Tomasz Horwacik).
3. Wykorzystanie metod dozymetrii względnej i absolutnej dla potrzeb radioterapii protonowej pacjentów (cel wieloletni) (Barbara Michalec).
4. Opracowanie nowych metod pomiaru dawki dla wiązek protonowych z zastosowaniem detektorów luminescencyjnych, nowo opracowanych w IFJ PAN detektorów scyntylacyjnych i detektorów wolnych rodników (alaninowych) (cel wieloletni) (Barbara Michalec).
5. Opracowanie i wdrożenie nowych parametrów wiązek protonowych na stanowisku gantry2 w celu ujednoczenia modelu wiązki protonów do celów terapeutycznych na obu stanowiskach do napromieniania pacjentów onkologicznych (Łukasz Raczyński/Dawid Krzempek).
6. Rozwój technik oraz technologii akceleracji związanych z produkcją, transportem i diagnostyką wiązek protonów w celu optymalizacji procesów utrzymania akceleratora, linii prowadzenia wiązki oraz głowic skanujących (Konrad Guguła).

planowane efekty naukowe i praktyczne

- optymalizacja czasu wykorzystania wiązki protonowej, zarówno pod względem kontroli jakości i dozymetrii, jak i terapii pacjentów onkologicznych,
- opracowanie systemu dozymetrii alaninowej wiązek hadronowych dla celów klinicznych,
- opracowanie systemu scyntylacyjnego do lokalizacji wiązki protonowej dla zastosowań klinicznych wraz z procedurami użycia do kontroli wiązki,
- ujednoczenie parametrów wiązek protonów wykorzystywanych do napromieniania pacjentów onkologicznych na obu stanowiskach gantry do jednego modelu, wykorzystywanego w terapii protonowej,
- optymalizacja czasu koniecznego na wykonanie obowiązkowych przeglądów, usuwanie usterek i awarii systemu terapii Proteus C-235.