

SZCZEGÓŁOWY PLAN
ZADANIOWY INSTYTUTU FIZYKI
JĄDROWEJ IM. HENRYKA
NIEWODNICZAŃSKIEGO
POLSKIEJ AKADEMII NAUK
NA 2024 ROK



Spis treści

Spis treści	1
Temat 1. BADANIA EKSPERYMENTALNE I TEORETYCZNE W ZAKRESIE FIZYKI I ASTROFIZYKI CZĄSTEK	4
<i>zadanie 1. Eksperyment Belle przy akceleratorze KEKB i eksperyment Belle II przy SuperKEKB (Japonia) (Andrzej Bożek)</i>	<i>4</i>
<i>zadanie 2. Eksperymenty promieniowania kosmicznego: AUGER, CREDO i P-ONE (Dariusz Góra)</i>	<i>5</i>
<i>zadanie 3. Badanie oddziaływań i oscylacji neutrin (Tomasz Wąchała)</i>	<i>6</i>
<i>zadanie 4. Eksperyment ATLAS na akceleratorze LHC w CERN (Ewa Stanecka)</i>	<i>7</i>
<i>zadanie 5. Eksperyment LHCb na akceleratorze LHC w CERN (Mariusz Witek)</i>	<i>8</i>
<i>zadanie 6. Projekt zderzaczy elektron-pozyton (liniowych ILC i CLIC oraz kołowego FCC), badanie ich potencjału fizycznego (Marcin Kucharczyk)</i>	<i>9</i>
<i>zadanie 7. Eksperyment MUonE na akceleratorze SPS w CERN (Marcin Kucharczyk)</i>	<i>10</i>
<i>zadanie 9. Badanie procesów elastycznego rozpraszania, miękkiej i twardej dyfrakcji (Janusz Chwastowski)</i>	<i>11</i>
<i>zadanie 10. Teoria i fenomenologia oddziaływań fundamentalnych z uwzględnieniem eksperymentów fizyki cząstek elementarnych (Krzysztof Kutak)</i>	<i>12</i>
<i>zadanie 11. Nietermiczne procesy w plazmie kosmicznej (Jacek Niemiec)</i>	<i>13</i>
<i>zadanie 12. Wybrane problemy fizyki matematycznej (Katarzyna Górska)</i>	<i>13</i>
Temat 2. BADANIA EKSPERYMENTALNE I TEORETYCZNE W ZAKRESIE FIZYKI JĄDROWEJ I ODDZIAŁYWAŃ SILNYCH	14
<i>zadanie 1. Mechanizm reakcji jądrowych i produkcja mezonów w zderzeniach hadronów (Adam Kozela)</i>	<i>14</i>
A. Mechanizm reakcji jądrowych	14
B. Produkcja mezonów w zderzeniach hadronów	15
<i>zadanie 2. Ewolucja własności jąder w funkcji temperatury, spinu i izospinu (Piotr Bednarczyk)</i>	<i>15</i>
<i>zadanie 3. Prace badawczo-rozwojowe nowych technik detekcji dla fizyki jądrowej (Piotr Bednarczyk) ...</i>	<i>16</i>
<i>zadanie 4. Projekt PARIS (Adam Maj)</i>	<i>17</i>
<i>zadanie 5. Badania z fizyki jądrowej na wiązce protonów cyklotronu Proteus C-235 (Adam Maj)</i>	<i>18</i>
<i>zadanie 6. Oddziaływania relatywistycznych jonów przy energiach LHC i SPS - eksperymenty ALICE i NA61/SHINE (Marek Kowalski)</i>	<i>19</i>
<i>zadanie 7. Badanie struktury i dynamiki układów wielu ciał (Antoni Szczurek)</i>	<i>20</i>
A. Badanie struktury i dynamiki układów wielu ciał – fizyka jądrowa	20
B. Badanie struktury i dynamiki układów wielu ciał – fizyka hadronów	20
<i>zadanie 8. Badania teoretyczne struktury materii w powiązaniu z obecnymi i przyszłymi eksperymentami (Krzysztof Golec-Biernat)</i>	<i>21</i>
Temat 3. BADANIA FAZY SKONDENSOWANEJ MATERII	22
<i>zadanie 1. Badania strukturalnych i dynamicznych własności materiałów w różnych skalach wielkości i czasu (Mirosław Gałgza)</i>	<i>22</i>
<i>zadanie 2. Badanie struktury, własności chemicznych i magnetycznych materiałów o rozmiarach mezo- i nanometrycznych (Michał Krupiński)</i>	<i>23</i>

<i>zadanie 3. Prace nad poznaniem struktury i dynamiki materii miękkiej w tym materiałów funkcjonalnych i farmaceutyków przy pomocy komplementarnych metod doświadczalnych i obliczeniowych (Ewa Juszyńska-Gałązka)</i>	24
<i>zadanie 4. Projektowanie, synteza i charakteryzacja nanocząstek metalicznych do różnych zastosowań (Magdalena Parlińska-Wojtan)</i>	25
<i>zadanie 5. Badania teoretyczne struktury i dynamiki materiałów krystalicznych oraz nanomateriałów (Przemysław Piekarczyk)</i>	26
<i>zadanie 6. Opracowanie i fizyczna realizacja podstawowych elementów składowych molekularnej sieci neuronowej (Łukasz Laskowski)</i>	27
<i>zadanie 7. Badania właściwości magnetycznych materiałów molekularnych o różnej wymiarowości (Magdalena Fitta)</i>	28
Temat 4. BADANIA INTERDYSCYPLINARNE I STOSOWANE	29
<i>zadanie 1. Interdyscyplinarne aspekty fizyki układów złożonych (Stanisław Drożdż)</i>	29
<i>zadanie 2. Badania oddziaływania promieniowania jądrowego z różnymi ośrodkami (Urszula Wiącek)</i> ...	30
<i>zadanie 3. Diagnostyka plazmy wysokotemperaturowej (Marek Scholz)</i>	31
<i>zadanie 4. Obrazowanie i zlokalizowana spektroskopia magnetycznego rezonansu w badaniach biomedycznych i materiałowych (Władysław Węglarz)</i>	32
<i>zadanie 5. Badanie struktury elektronowej materii metodami spektroskopii oraz mikroskopii rentgenowskiej (Joanna Czaplą-Masztafiak)</i>	33
<i>zadanie 6. Multimodalne obrazowanie spektroskopowe układów złożonych wspomagane badaniami biomolekularnymi (Katarzyna Pogoda)</i>	34
<i>zadanie 7. Radiochemiczne i instrumentalne metody analizy i syntezy sztucznych pierwiastków promieniotwórczych w zastosowaniu do radioekologii, geochemii izotopowej i radiofarmaceutyków (Jerzy W. Mielński)</i>	35
<i>zadanie 8. Pierwiastki promieniotwórcze i metale ciężkie w środowisku oraz w organizmie człowieka (Edyta Łokas)</i>	37
<i>zadanie 9. Izotopy promieniotwórcze w fizyce środowiska i ochronie radiologicznej (Krzysztof Kozak)</i>	37
<i>zadanie 10. Dozymetria luminescencyjna w pomiarach promieniowania jonizującego (Paweł Biłski)</i>	38
<i>zadanie 11. Wykorzystanie wiązek protonowych do badań w dziedzinie fizyki materiałowej, radiochemii, radiobiologii i fizyki medycznej (Paweł Olko)</i>	39
<i>zadanie 12. Badanie własności mikroukładów biofizycznych (Małgorzata Lekka)</i>	40
<i>zadanie 13. Badania translacyjne w dziedzinie fizyki medycznej na potrzeby rozwoju radioterapii protonowej (Renata Kopeć)</i>	40
Temat 5. PRACE APARATUROWE I METODYCZNE ORAZ BADANIA APARATUROWE STOSOWANE	42
<i>zadanie 1. Budowa detektorów i infrastruktury badawczej dla eksperymentów z fizyki i nauk pokrewnych (Jacek Świerblewski)</i>	42
<i>zadanie 2. Modernizacja i eksploatacja cyklotronu AIC-144 dla potrzeb badań z obszaru radiochemii, fizyki, biologii i inżynierii materiałowej (Jacek Sulikowski)</i>	42
<i>zadanie 3. Rozwój sieci lokalnej LAN oraz współpraca z akademicką siecią MAN (Zbigniew Natkaniec)</i>	43
<i>zadanie 4. Wykorzystanie technologii obliczeń w chmurze w badaniach naukowych i gospodarce (akronim CC1) (Mariusz Wittek)</i>	44

Szczegółowy plan zadaniowy Instytutu Fizyki Jądrowej PAN na 2024 r.

zadanie 5. Badania naukowe i prace rozwojowe w dziedzinie nadprzewodnictwa stosowanego (Dariusz Bocian) 44

Szczegółowy plan zadaniowy Instytutu Fizyki Jądrowej PAN zawiera przedmiot działalności naukowych komórek organizacyjnych na 2024 rok.

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

BADANIA EKSPERYMENTALNE

zadanie 1. Eksperyment Belle przy akceleratorze KEKB i eksperyment Belle II przy SuperKEKB (Japonia) (Andrzej Bożek)

Cel realizacji zadania:

Badanie rzadkich rozpadów mezonów B.

1. Udział w analizach danych Belle (**Jarosław Wiechczyński**).
2. Udział w eksperymencie Belle II przy SuperKEKB (**Andrzej Bożek**).

Na program badawczy eksperymentu Belle, przeprowadzonego w latach 1999-2010 przy 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 eksperyment nowej generacji – Belle II, przy 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 obsłudze i kalibracjach detektorów wierzchołka spektrometru Belle II, udział w analizie danych oraz dyżury podczas naświetlań. Zespół z IFJ PAN uczestniczy 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 fabryki B oraz publikacje otrzymanych wyników w recenzowanych czasopismach.

Zespół z IFJ PAN uczestniczy w rozwoju systemu zasilania dla detektorów monolitycznych w technologii SOI. 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, CREDO i P-ONE (Dariusz Góra)

Cel realizacji zadania:

1. Analiza procesu detekcji wielkich pęków atmosferycznych, akwizycja i analiza danych w Obserwatorium Pierre Auger (**Dariusz Góra**).
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. Dodatkowo, prowadzona obecnie rozbudowa i modernizacja Obserwatorium (AugerPrime) znacznie zwiększy jego możliwości pomiarowe, szczególnie poprawi precyzję wyznaczania składu promieni kosmicznych. Aby wykorzystać te możliwości, potrzebna jest szczegółowa analiza procesów rozwoju wielkiego pędu 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.
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 ta obejmuje wszelkie dostępne dane w pełnym zakresie widma energii. Zostaną wykorzystane możliwości zarówno dużych obserwatoriów (np. Obserwatorium Pierre Auger, jak i sieci detektorów edukacyjnych (np. HiSPARC, Showers of Knowledge) oraz sieci smartfonów wyposażonych w aplikacje umożliwiające rejestrację cząstek (np. CREDO Detector).
3. Eksperyment P-ONE – budowa, kalibracja, symulacje i analizy (**Paweł Malecki**).
Eksperyment Pacific Ocean Neutrino Experiment (P-ONE) ma na celu badanie strumieni neutrin o energiach w zakresie 100 TeV- 100 PeV, pochodzących ze źródeł astrofizycznych, takich jak aktywne jądra galaktyk czy rozbłyski promieniowania gamma. Analiza danych obejmie zarówno obserwację znanych obiektów-źródeł, jak i poszukiwanie nowych, dotychczas nieobserwowanych. Eksperyment jest zlokalizowany na dnie Oceanu Spokojnego u wybrzeży Kanady (na głębokości przekraczającej 2,5 km). Rejestracja cząstek – produktów oddziaływań neutrin z dnem i wodą oceanu możliwa jest dzięki promieniowaniu Czerenkowa, które rejestrowane jest przez zestaw modułów optycznych, docelowo zgrupowanych w tzw. klastry i pokrywających znaczną objętość wody. Eksperyment ten jest w fazie budowy, do 2023 roku działały z sukcesem dwie pilotażowe linie pomiarowe, natomiast pierwsza docelowa linia zostanie umieszczona w oceanie w 2025 roku. Prace prowadzone w IFJ PAN dotyczą budowy systemu laserowej kalibracji detektora, rozwoju oprogramowania do symulacji detektora oraz analiz pierwszych

danych z linii pilotażowych.

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.

Efektom prowadzonych prac w eksperymencie P-ONE będzie lepsze poznanie astrofizycznych źródeł neutrin i głębsze zrozumienie zjawisk w nich zachodzących.

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 prowadzonym w Japonii i przygotowania do drugiej fazy eksperymentu – T2K-II. T2K dostarcza dokładnego pomiaru dwóch z sześciu parametrów oscylacji neutrin, różnicy kwadratów mas Δm^2_{23} i kąta mieszania θ_{23} oraz jako pierwszy ograniczył (z dokładnością trzech odchyleń standardowych) zakres wartości parametru δ_{CP} , związanego z fundamentalną symetrią CP, czyli symetrią przestrzenno-ładunkową, której ewentualne złamanie objawia się różnym prawdopodobieństwem oscylacji dla neutrin i antyneutrin. Dokładniejszy pomiar δ_{CP} jest priorytetem T2K na następne lata. W eksperymencie T2K, grupa krakowska zajmuje się pomiarami przekrojów czynnych dla oddziaływań neutrin mionowych w bliskim detektorze ND280, rozwijaniem oprogramowania do rekonstrukcji i analizy danych oraz rozwojem strony publicznej T2K. W ramach przygotowań do T2K-II grupa bierze udział w modernizacji detektora ND280: projektuje i wytwarza elementy nowych komór TPC dla modernizowanego bliskiego detektora ND280, bierze udział w testach tych komór w CERN, uczestniczy w pracach związanych z integracją nowych poddetektorów w ND280 oraz z bezpieczeństwem prac modernizacyjnych na terenie ośrodka akceleratorowego J-PARC w Japonii. Zbieranie danych fizycznych w ramach T2K-II rozpoczęło się w 2023 roku.
2. Udział w pracach tzw. Europejskiej Platformy Neutrinowej w CERN. Celem platformy jest wsparcie fizyków, którzy uczestniczą w eksperymentach neutrinowych w USA (DUNE, SBN, ICARUS) i w Japonii (T2K, Hyper-Kamiokande).
3. Prace w projekcie Hyper-Kamiokande (HK) – następcy eksperymentu T2K. W ramach projektu zbudowany zostanie nowy daleki detektor, również o nazwie Hyper-Kamiokande (5-krotnie większy od obecnego dalekiego detektora Super-Kamiokande), oraz pośredni

detektor IWCD (Intermediate Water Cherenkov Detector). HK będzie korzystał z modernizowanych obecnie: wiązki neutron i układu bliskich detektorów eksperymentu T2K. Uruchomienie eksperymentu HK planowane jest na 2027 rok. Grupa krakowska HK jest zaangażowana w popularyzację w ramach komitetu HK Outreach.

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

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

zadanie 4. Eksperyment ATLAS na akceleratorze LHC w CERN (Ewa Stanecka)

Cel realizacji zadania:

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

1. Udział w analizie danych proton-proton (**Anna Kaczmarska, Paweł Brückman de Renstrom**).
2. Udział w analizie danych ołów-ołów i proton-ołów (**Adam Trzupek**).
3. Obsługa spektrometru ATLAS w trakcie naświetlań, rozwój oprogramowania do rekonstrukcji śladów cząstek naładowanych oraz identyfikacji cząstek, przygotowanie danych (**Krzysztof Woźniak**).
4. Zarządzanie systemem kontroli detektora TRT oraz prace inżynierskie przy modyfikacji, wymianie lub naprawie aparatury detektora wewnętrznego (**Dominik Derendarz, Ewa Stanecka**).
5. Udział w pracach badawczo-rozwojowych dla Super (HL)-LHC (**Marcin Wolter, Paweł Brückman de Renstrom**).
6. Modernizacja i przystosowanie detektora ATLAS do eksperymentu przy akceleratorze HL-LHC w CERN (**Ewa Stanecka**).
7. Rozwój infrastruktury komputerowej typu Grid dla eksperymentów LHC, w tym udział w zarządzaniu i rozbudowie gridowego klastra komputerowego w IFJ PAN (**Bartłomiej Żabiński**).

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

Prowadzone prace kontynuują badania szeregu szczegółowych przewidywań Modelu Standardowego i pozwolą wykryć lub wykluczyć istnienie dodatkowych bozonów pola Higgsa oraz ewentualnie badać ich własności, korzystając z licznych możliwych kanałów rozpadu. Szeroki program badawczy eksperymentu zawiera też analizy prowadzące do potwierdzenia przewidywań modeli supersymetrycznych. Prowadzone przez zespół IFJ PAN 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. Grupa zaangażowana jest również w modernizację detektora ATLAS do eksperymentu przy akceleratorze HL-LHC, który będzie dostarczał zderzeń proton-proton ze świetlnością o rząd

wielkości większą niż obecny akcelerator LHC. W szczególności prowadzone są prace nad nowym, całkowicie krzemowym detektorem śladów cząstek naładowanych. Do efektów praktycznych będą należeć liczne publikacje w renomowanych czasopismach naukowych oraz wystąpienia na ważnych międzynarodowych konferencjach. W ramach prowadzonych badań realizowane są prace doktorskie, prace magisterskie oraz praktyki studenckie.

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. Udział w projektowaniu i produkcji detektorów śladowych Magnet Station dla zmodernizowanego detektora LHCb **(Marcin Chrzęszcz)**.

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 recenzowanych czasopismach. 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. Prowadzone są także prace nad nowym detektorem śladowym Magnet Stations, który pozwoli na rekonstrukcję śladów niskopędowych.

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 zawierających kwark powabny 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.

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 (liniowych ILC i CLIC oraz kołowego FCC), badanie ich potencjału fizycznego (Marcin Kucharczyk)

Cel realizacji zadania:

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 przyśpieszania oraz projekt zderzacza kołowego o bardzo wysokiej świetlności o nazwie FCC (Future Circular Collider).

Realizacja programu fizycznego każdego z tych zderzaczy w pierwszym rzędzie dotyczy zbadania czułości eksperymentów ILC, CLIC oraz FCCee na efekty tzw. Nowej Fizyki, w szczególności na parametry egzotycznych cząstek ukrytej doliny, tj. przeprowadzenie analizy związanej z poszukiwaniem długożyciowych cząstek egzotycznych z dżetami b w stanie końcowym w zderzeniach e+e- w planowanych eksperymentach na akceleratorach ILC, CLIC i FCC. Poszukiwania tego typu cząstek są niezwykle interesujące ze względu na czyste środowisko eksperymentalne oraz dużą liczbę przypadków, którą planuje się zebrać w przyszłych eksperymentach pracujących przy akceleratorach zderzających ze sobą wysokoenergetyczne leptony. Wydaje się, że pozwoli to stworzyć zupełnie nowy obszar do poszukiwań zjawisk Nowej Fizyki.

1. Udział w badaniach procesów fizycznych przy 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) **(Tomasz Wojtoń)**.

3. 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. Eksperyment MUonE na akceleratorze SPS w CERN **(Marcin Kucharczyk)**

Cel realizacji zadania:

Precyzyjne pomiary poprawki hadronowej do anomalnego momentu magnetycznego mionu wykorzystujące elastyczne rozpraszanie mionów na elektronach atomów o niskiej liczbie atomowej w celu poszukiwania zjawisk spoza Modelu Standardowego.

1. Udział w przygotowaniach do uruchomienia eksperymentu MUonE **(Marcin Kucharczyk)**.
2. Rozwój algorytmów rekonstrukcji w trybie *online* i *offline* **(Mariusz Witek)**.
3. Wykorzystanie technik sztucznych sieci neuronowych do optymalizacji algorytmów rekonstrukcji przypadków **(Marcin Kucharczyk)**.
4. Rozwój programu pełnej symulacji detektora **(Mariusz Witek)**.

Prowadzone prace związane są z badaniami, w które zaangażowana jest grupa z IFJ PAN w ramach współpracy eksperymentu MUonE na akceleratorze SPS w CERN, który jest eksperymentem na wiązce mionów planowanym na lata 2025-2030. Obserwowane obecnie odstępstwo zmierzonego anomalnego momentu magnetycznego od wartości przewidzianej w Modelu Standardowym na poziomie 3.6σ sugeruje możliwość występowania zjawisk Nowej Fizyki. Eksperyment MUonE pozwoli precyzyjnie zmierzyć przyczynę od procesów hadronowych, a co za tym idzie, ograniczyć znacząco błąd teoretyczny. Pozwoli to na zwiększenie znaczącości ewentualnego odkrycia do około 7σ .

Głównymi efektami, oprócz wypełnienia obowiązków związanych z uruchomieniem eksperymentu MUonE, będzie przygotowanie algorytmów rekonstrukcji przypadków zarówno w trybie *offline* jak i *online*, za które grupa eksperymentu MUonE z IFJ PAN jest całkowicie odpowiedzialna, jak również przygotowanie pełnej symulacji detektora w ramach pakietu FairRoot. Ważnym rezultatem będą również wyniki prowadzonych analiz fizycznych na danych z testowej wiązki mionów zebranych w roku 2018, przeprowadzonych z wykorzystaniem opracowanych i rozwijanych przez krakowską grupę eksperymentu MUonE algorytmów rekonstrukcji przypadków. Grupa MUonE z IFJ PAN jest zaangażowana również w badania związane z wykorzystaniem technik sztucznych sieci neuronowych (*DNN – Deep Neural Network*) w celu możliwie maksymalnej optymalizacji algorytmów tzw. *pattern recognition* oraz algorytmów rekonstrukcji przypadków.

Wyniki prowadzonych badań będą prezentowane na ważnych konferencjach naukowych i publikowane w recenzowanych czasopismach.

zadanie 8. Badania w zakresie astronomii gamma (Jacek Niemiec)

Cel realizacji zadania:

1. Udział w eksperymencie H.E.S.S. (High-Energy Stereoscopic System) **(Jacek Niemiec)**.
 - a. Akwizycja i analiza danych obserwacyjnych, w szczególności dotyczących pozostałości po supernowych oraz aktywnych jąder galaktyk.
 - b. Przygotowywanie projektów obserwacyjnych.
2. Udział w eksperymencie HAWC (High Altitude Water Cherenkov) **(Sabrina Casanova)**.
 - a. Akwizycja i analiza danych obserwacyjnych, w szczególności w celu poszukiwania źródeł promieniowania kosmicznego wysokich energii.
 - b. Udział w obsłudze detektora.
3. Udział w fazie projektowej obserwatorium CTA (Cherenkov Telescope Array) **(Jacek Niemiec)**.
 - a. Przygotowywanie podstaw naukowych projektu.
 - b. Prowadzenie i koordynowanie prac prototypowych nad strukturą mechaniczną teleskopu Czerenkova SST-1M (Single-mirror Small-Size Telescope). Akwizycja i analiza danych obserwacyjnych uzyskanych za pomocą mini sieci dwóch teleskopów SST-1M.
 - c. Konstrukcja zwierciadeł kompozytowych dla średnich teleskopów sieci CTA.
4. Badanie nietermicznej emisji Dysku Galaktycznego **(Sabrina Casanova)**.
 - a. 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 mini sieci dwóch teleskopów SST-1M.
- Produkcja oraz testy zwierciadeł kompozytowych dla średniego teleskopu CTA.

zadanie 9. Badanie procesów elastycznego rozpraszania, miękkiej i twardej dyfrakcji (Janusz Chwastowski)

Cel realizacji zadania:

1. Udział w analizie danych i w pracach nad detektorami ATLAS Roman Pots (ARP) **(Janusz Chwastowski)**.
 - a. Analiza rozpraszania elastycznego przy energiach LHC **(Rafał Staszewski)**.
 - b. Analiza wielocząstkowych stanów końcowych w pojedynczej dysocjacji dyfrakcyjnej w oddziaływaniach proton-proton z wykorzystaniem detektorów ARP **(Rafał Staszewski)**.

- c. Analiza produkcji dżetów w procesach pojedynczej i ekskluzywnej produkcji dyfrakcyjnej (**Maciej Trzebiński**).
 - d. Analiza produkcji dwu-fotonowej z tagowaniem protonu (**Rafał Staszewski**).
 - e. Koordynacja działania detektorów ARP (**Maciej Trzebiński**).
 - f. Zarządzanie systemem kontroli detektora ARP (**Elżbieta Banaś**).
 - g. Zarządzanie systemem trygera i akwizycji danych detektorów ARP i ZDC (**Krzysztof Korcyl**).
2. Udział w przygotowaniu eksperymentu ePIC na przyszłym akceleratorze Elektron Ion Collider (EIC) w Brookhaven National Laboratory, USA. (**Janusz Chwastowski, Rafał Staszewski**).

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

Prowadzone prace są związane z badaniem przewidywań Modelu Standardowego w zakresie rozpraszania elastycznego, miękkich i twardych procesów dyfrakcyjnych oraz procesów dwu-fotonowych i potencjalnych sygnatur rozszerzeń Modelu Standardowego.

Udział w przygotowaniach związanych z eksperymentem ePIC na przyszłym akceleratorze EIC w BNL, USA, które dotyczą układu precyzyjnego pomiaru świetlności maszyny, tagowania elektronów rozproszonych pod małymi kątami (wspólnie z AGH, BNL), tagowania protonów i innych cząstek wyprodukowanych w przód (wspólnie z BNL) oraz testów radiacyjnych detektorów LGAD (wspólnie z BNL, Rice University).

Do efektów praktycznych będą należeć publikacje w renomowanych czasopismach naukowych oraz przedstawianie wyników prowadzonych analiz na konferencjach międzynarodowych.

BADANIA TEORETYCZNE

zadanie 10. Teoria i fenomenologia oddziaływań fundamentalnych z uwzględnieniem eksperymentów fizyki cząstek elementarnych **(Krzysztof Kutak)**

Cel realizacji zadania:

Wykonywanie obliczeń teoretycznych: analitycznych, numerycznych i symulacji Monte Carlo w celu precyzyjnego wyjaśnienia i dostarczenia przewidywań dla 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 i praktyczne:

- Publikacje prac naukowych w międzynarodowych czasopismach recenzowanych.
- Wystąpienia na konferencjach międzynarodowych i krajowych.

- Seminaria i wykłady w zagranicznych oraz krajowych ośrodkach naukowych, seminaria on-line.
- Prezentacje popularnonaukowe do szerokiego kręgu odbiorców.
- Konstrukcja i rozwój oprogramowania dla potrzeb analizy danych w detektorach cząstek.
- Konstrukcja oprogramowania numerycznego ogólnego zastosowania.

zadanie 11. Nietermiczne procesy w plazmie kosmicznej (Jacek Niemiec)

Cel realizacji zadania:

Modelowanie zjawisk fizycznych i procesów zachodzących w skali mikroskopowej 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. Badanie procesów pre-akceleracji elektronów i protonów w nierelatywistycznych falach uderzeniowych o małej liczbie Macha rozchodzących się w słabo zmagetyzowanej plazmie gromad galaktyk.
3. Badanie relatywistycznych fal uderzeniowych w zmagetyzowanej plazmie: procesy formowania się fal uderzeniowych, generacji turbulencji elektromagnetycznej oraz przyspieszania elektronów i protonów.
4. 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 12. Wybrane problemy fizyki matematycznej (Katarzyna Górska)

Cel realizacji zadania:

1. Konstrukcja i zastosowanie modeli anomalnego transportu do opisu super- i subdyfuzji oraz procesów relaksacyjnych (*współpraca z Uniwersytetem w Bari, Włochy; Uniwersytetem w Poczdamie, Niemcy; Uniwersytetem Obuda w Budapeszcie,*

Węgry; Macedońską Akademię Nauk i Sztuk i Uniwersytetem św. Cyryla i Metodego w Skopie, Macedonia Północna; Uniwersytetem w Ostrawie, Czechy)

2. Własności uogólnionych stanów koherentnych budowanych w oparciu o własność reprodukowania. Konstrukcja i wykorzystanie uogólnień schematu Bargmanna. Analiza własności metod kwantowania bazujących na uogólnionych stanach koherentnych (*współpraca z Uniwersytetem Sorbony w Paryżu, Francja; Instytutem Matematyki UJ oraz Wydziałem Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH*).

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:

Badanie mechanizmu reakcji w zderzeniach ciężkich jonów:

1. Analiza danych z eksperymentów ciężkojonowych (*eksperymenty: INDRA w GSI, ALADIN w GSI*) (Jerzy Łukasik).
2. Badanie reakcji spalacji jądrowej wywołanej protonami (eksperymenty HADES i PISA) (Krzysztof Pysz).
3. 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).
4. Badanie mechanizmu produkcji lekkich cząstek naładowanych w reakcjach proton-tarcza oraz pion-tarcza w eksperymencie HADES w GSI Darmstadt (*współpraca z GSI Darmstadt oraz z IF UJ*) (Krzysztof Pysz).

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 oddziaływań trójciałowych w reakcji „breakup’u” $d(p,pp)X$ oraz $d(d,X)Y$ (*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 mezonów i hiperonów w zderzeniach proton-proton oraz badanie reakcji indukowanych pionami ujemnymi dla energii dostępnych na akceleratorze SIS18/FAIR w eksperymencie *HADES@GSI* **(Izabela Ciepał)**.

Prace aparaturowe:

1. 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)**.
2. 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 dotyczące podstawowych własności oddziaływań i składników materii, budowa aparatury do 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, PARIS, EAGLE*, nu-Ball, detektorów cząstek takich jak: *NEDA, DIAMANT* i krakowskiego detektora jąder odrzutu *RFD*, oraz metodą wzbudzenia

- kulombowskiego (współpraca z GANIL (Francja), IJCLAB (Francja), LNL (Włochy), GSI/FAIR (Niemcy), ŚLCJ (Warszawa)) **(Piotr Bednarczyk)**.
3. Pomiary spektroskopowe struktury egzotycznych jąder atomowych na wiązkach relatywistycznych fragmentów w GANIL (Francja) i GSI/FAIR (Niemcy), jak i z wiązkami wtórnymi typu ISOL w GANIL, IJCLAB (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), IJCLAB (Francja), RCNP (Japonia), ELI-NP (Rumunia)) **(Maria Kmiecik)**.
 5. Badania eksperymentalne stanów wzbudzonych i ich rozpadów w jądrach: i) z obszaru podwójnie magicznych rdzeni: ^{78}Ni , ^{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) $^{62-66}\text{Ni}$ oraz $^{112-120}\text{Sn}$ – koegzystencja kształtów, iv) ^{11}B , ^{14}C – rozpad gamma stanów okołoprogowych, v) ^7Li – rozpad gamma do continuum ze stanu po wychwycie neutronu (współpraca z GANIL (Francja), LNL (Włochy), IJCLAB (Francja), CERN (Szwajcaria), ILL (Francja), IFIN-HH (Rumunia)) **(Bogdan Fornal)**.
 6. Badanie egzotycznej radioaktywności w procesach dwu- i jednofotonowego rozpadu gamma jąder: ^{137}Ba , ^{60}Ni i ^{54}Cr , z użyciem detektorów układu PARIS **(Michał Ciemąta)**.
 7. Badanie dynamiki procesów rozszczepienia za pomocą spektroskopii gamma jąder emitowanych w kolizjach wiązek ciężkich jonów i neutronów (współpraca z GANIL (Francja), IJCLAB (Francja)) **(Michał Ciemąta)**.
 8. Badania teoretyczne w zakresie modelowania kształtu i symetrii średniego pola sił jądrowych. Przygotowanie oprogramowania do interaktywnego prowadzenia zaawansowanych obliczeń struktury jądra (współpraca z IPHC Strasbourg (Francja), Uniwersytet w Sewilli (Hiszpania), Uniwersytet w Mediolanie (Włochy), GSI/FAIR (Niemcy)) **(Irene Dedes)**.

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Publikacje wyników w renomowanych czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu.
- Wystąpienia i prezentacje na konferencjach międzynarodowych.
- Wykłady i seminaria w naukowych instytucjach zagranicznych i krajowych.
- Uzyskane wyniki będą stanowiły materiał do przygotowania prac doktorskich i magisterskich.
- Uruchomienie serwisu WWW „Theo4Exp” do prowadzenia obliczeń struktury jądra.

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, EAGLE*) dla eksperymentów na wiązkach jonów (*współpraca z GANIL, IJCLAB (Francja) i LNL (Włochy), ŚLCJ (Warszawa)*).
2. Prototypowanie elektroniki dla nowych detektorów scyntylacyjnych (LaBr_3) oraz detektorów diamentowych czułych na pozycję (*współpraca z GSI/FAIR (Niemcy), GANIL (Francja), Uniwersytetem w Mediolanie (Włochy), Uniwersytetem w Huelvie i Uniwersytetem w Walencji (Hiszpania)*).
3. Rozwój systemów akwizycji danych dla kompleksowych układów detekcyjnych (*współpraca z GSI/FAIR (Niemcy), GANIL (Francja), LNL (Włochy)*).
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, (Niemcy)*).

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Wykonanie pomiarów i analiza danych z testów detektorów LaBr_3 na wiązkę (*IFJ PAN, Kraków, TANDEM-ALTO, IJCLAB Orsay*) pozwoli na porównanie wyników eksperymentalnych z symulacjami i opracowanie algorytmów do rekonstrukcji pełnej energii rejestrowanego promieniowania.
- Modyfikacja detektora RFD i innych detektorów pomocniczych pozwoli na ich użycie w planowanych eksperymentach spektroskopii gamma.
- Opracowane algorytmy analizy kształtu impulsu pozwolą na zrozumienie 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.
- Wykonanie prototypu 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.

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Podłączenie mechaniczne i elektroniczne spektrometru wysokoenergetycznego promieniowania gamma – *PARIS Demonstrator-PD* (10 klastrów detektorów *phoswich* LaBr_3/NaI i CeBr_3/NaI) do układu detektorów *AGATA* w *LNL Legnaro*.
- Wykorzystanie PD w pomiarach fizycznych, prowadzonych na wiązkach jonów w *IFJ PAN, LNL*.

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

Cel realizacji zadania:

1. Poszukiwanie efektów działania oddziaływań trójciałowych 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. Badanie efektów relatywistycznych w reakcji „breakup’u” $d(p,pp)n$ z wykorzystaniem detektora KRATTA (Izabela Ciepał).
3. Badanie kolektywnych wibracji jądra atomowego, wzbudzanych w reakcjach z wiązką protonów, metodami spektroskopii gamma z zastosowaniem układu scyntylatorów LaBr_3 i PARIS (Maria Kmieciak).
4. Przeprowadzenie eksperymentów dyskretnej spektroskopii gamma (Piotr Bednarczyk).
5. Badanie rozpadu rezonansów M4 w lekkich jądrach atomowych wzbudzanych w reakcji (p,p') (Natalia Cieplicka).
6. Badanie procesów rozszczepienia ciężkich jąder indukowanych wiązką protonów (Michał Ciemala).
7. Prowadzenie testów różnych układów detekcyjnych na wiązce (Michał Ciemala).
8. Implementacja metody czasu przelotu do precyzyjnej diagnostyki wiązki protonowej wykorzystywanej w Centrum Cyklotronowym Bronowice (Wiktor Parol).

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Określenie udziału sił trójciałowych w układach złożonych z trzech nukleonów w szerokim zakresie energii reakcji.
- Zmierzone zostaną charakterystyki gigantycznych i pigmejskich rezonansów jądrowych dla stanów podstawowych jąder z różnych obszarów masowych.
- Zbudowany będzie system detekcyjny do dyskretnej spektroskopii gamma; opracowana zostanie metoda prowadzenia identyfikacji dyskretnych przejść w produktach reakcji indukowanych protonami o wysokich energiach.
- Zmierzone zostaną charakterystyki rozpadu rezonansu M4 w lekkich jądrach.
- 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.
- Zostaną wykonane testy wykonalności koincydencyjnej rejestracji fragmentów rozszczepienia i emitowanego z nich promieniowania gamma.

Badanie oddziaływań jądrowych w obszarze wysokich energii

zadanie 6. Oddziaływania relatywistycznych jonów przy energiach LHC i SPS - eksperymenty ALICE i 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 (**Adam Matyja**).
- c. Badanie korelacji i fluktuacji w zderzeniach protonów i jąder atomowych (**Iwona Sputowska**).
- d. Badania fenomenologiczne zjawisk korelacji i fluktuacji w zakresie energii $5 \text{ GeV} < \sqrt{s_{\text{NN}}} < 14 \text{ TeV}$ (**Iwona Sputowska**).
- e. Badanie charakterystyk cząstek produkowanych w zderzeniach jądro-jądro (**Jacek Otwinowski**).
- f. Prace rozwojowe i modernizacyjne detektora FIT (**Jacek Otwinowski**).
- g. Prace projektowe detektora FOCAL (**Jacek Otwinowski**).

2. Eksperyment NA61/SHINE na akceleratorze SPS w CERN:

- a. Udział w zbieraniu danych w eksperymencie NA61/SHINE (**Andrzej Rybicki**).
- b. Badanie efektów elektromagnetycznych w zderzeniach jąder atomowych przy energiach SPS – studia zależności od wielkości jądra i energii zderzenia (**Andrzej Rybicki**).
- c. Badanie zjawisk intermitencji w zderzeniach jądro-jądro (**Nikolaos Davis**).
- d. Badanie produkcji mezonów $\phi(1020)$ w reakcjach jądro-jądro przy energiach SPS (**Antoni Marcinek**).
- e. Badania produkcji mezonów K^0_S w reakcjach jądro-jądro (**Antoni Marcinek**).
- f. Koordynacja całości prac rozwojowych nad oprogramowaniem eksperymentu NA61/SHINE (**Antoni Marcinek**).

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

Efekty zadania to publikacje naukowe w renomowanych czasopismach i prezentacje na prestiżowych konferencjach naukowych, zarówno dla eksperymentów ALICE, jak i NA61/SHINE.

Ponadto, w ramach badań prowadzonych w eksperymencie ALICE planowane jest uzyskanie nowej informacji teoretycznej i doświadczalnej nt. korelacji i fluktuacji w produkcji cząstek oraz ich związku z wczesnymi etapami zderzenia, a także weryfikacja istniejących modeli teoretycznych i wyjaśnienie roli konstytuentów w procesach produkcji cząstek przy wysokich energiach. Również, planowane jest uzyskanie nowej informacji doświadczalnej nt. procesów jedno- i dwu-fotonowych, co powinno pozwolić na weryfikację istniejących modeli saturacji i zbadanie możliwych przyczynków spoza Modelu Standardowego. Efektem prac modernizacyjnych powinno być otrzymanie wyników symulacji i testów zmodernizowanych

elementów detektorów FIT i FOCAL. W roku 2022 został uruchomiony zmodernizowany zderzacz LHC i rozpoczęto zbieranie danych w zderzeniach proton-proton i jądro-jądro, również z wykorzystaniem nowego detektora FIT. Rozpoczęto także prace projektowe przy modernizacji detektora FIT, jak i prace przy projektowaniu nowego detektora – kalorymetru „ku przodowi” – FOCAL.

W roku 2022 został ukończony proces modernizacji detektora NA61/SHINE i rozpoczęto serię kampanii pomiarowych z wiązkami hadronowymi i ołowiowymi z dziesięciokrotnie zwiększoną prędkością zbierania danych, z nowym detektorem wierzchołka oddziaływania. Efektem prac z wykorzystaniem tego detektora jest uzyskanie wyników symulacji i przygotowanie nowej analizy produkcji mezonów K^0_S w reakcjach jądro-jądro. Ponadto, planowane jest uzyskanie nowej informacji doświadczalnej i fenomenologicznej nt. efektów elektromagnetycznych w reakcjach jądro-jądro w funkcji rozmiaru zderzającego się systemu. Planowane jest również udoskonalenie istniejącej dotychczas metodologii badania zjawisk intermitencji w emisji cząstek i określenie optymalnych warunków dla przyszłych pomiarów tego zjawiska. Dodatkowo, wynikiem bieżącej analizy mezonów $\phi(1020)$ ma być uzyskanie unikalnej, dotychczas niedostępnej informacji o procesie ich produkcji w systemie pośredniej wielkości (Ar+Sc), w funkcji energii zderzenia w zakresie energii akceleratora SPS.

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. Badanie atomów i molekuł egzotycznych (**Antoni Szczurek**).
2. Produkcja mezonów, cząstek elementarnych oraz par leptonów i mezonów lub innych obiektów w zderzeniach ultrarelatywistycznych ciężkich jonów (**Wolfgang Schäfer, Mariola Kłusek-Gawenda**).
3. Badanie reakcji fuzji i rozszczepienia przy pomocy równań Langevina (**Katarzyna Mazurek**).
4. Badanie emisji różnych cząstek z wysokowzbudzonych jąder (**Katarzyna Mazurek, Mariola Kłusek-Gawenda**).

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 i fotonów w zderzeniach proton-proton (**Piotr Lebedowicz**).
4. Badanie czynników kształtu przejścia dla różnych mezonów i produkcja kwarkoniów (**Izabela Babiarz**).
5. Badanie mechanizmów reakcji w zderzeniach elektronów na protonach i jądrach atomowych (**Wolfgang Schäfer, Izabela Babiarz**).

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 (Krzysztof Golec-Biernat**)**

Cel realizacji zadania:

Celem prac jest poznanie własności oddziaływań silnych i słabych oraz cząstek elementarnych im podlegających. Badanie zgodności przewidywań teoretycznych z danymi doświadczalnymi w ramach następujących zadań badawczych:

1. Badanie zastosowań modeli hydrodynamicznych do opisu zderzeń jądrowych o średnich i najwyższych energiach na akceleratorach FAIR, RHIC i LHC poprzez opis fluktuacji w modelu hydrodynamiki relatywistycznej z lepkością z uwzględnieniem polaryzacji spinowej materii.
2. Analiza wielokanałowych oddziaływań mezonów w stanach końcowych z rozpadów B i D i z procesów fotoprodukcji na podstawie nowych wyników eksperymentalnych z ośrodków KEK, LHCb i Jefferson Laboratory.
3. Poszukiwania lekkich mezonów egzotycznych na podstawie danych z detektora GlueX w Jefferson Laboratory przy pomocy analizy oddziaływań lekkich mezonów za pomocą relacji dyspersyjnych z wbudowaną symetrią skrzyżowania w kanałach sprzężonych.
4. Analiza teoretyczna procesów wielopartonowych na zderzaczu LHC.
5. Analiza znaczenia efektów poza eikonalnych dla opisu saturacji partonowej w eksperymentach na akceleratorach EIC i LHC.
6. Badanie nieperturbacyjnej struktury pionu i kaonu w powiązaniu z przyszłymi eksperymentami na EIC oraz symulacjami QCD na sieciach.

Planowane współprace zagraniczne: z *Uniwersytetem w Hamburgu i DESY*, z *Uniwersytetem w Grenadzie*, z *LPNHE Uniwersytetu P. i M. Curie w Paryżu* (w ramach umowy z IN2P3), *laboratorium IJCLab w Orsay*, *Instytutem Badań Jądrowych w Reż koło Pragi* oraz *Pennsylvania State University i Jefferson Laboratory w USA*).

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

Wyniki prac zostaną opublikowane w wiodących czasopismach i przedstawione na konferencjach międzynarodowych. Rozwijane będzie specjalistyczne oprogramowanie. Otrzymywane wyniki będą także popularyzowane poprzez seminaria, wykłady lub audycje radiowe.

Temat 3. BADANIA FAZY SKONDENSOWANEJ MATERII

zadanie 1. Badania strukturalnych i dynamicznych własności materiałów w różnych skalach wielkości i czasu (Mirostaw Gałązka)

Cel realizacji zadania:

1. Modele struktury i dynamiki układów z powierzchniami i złączami oraz układów niskowymiarowych, w tym ferroelastycznych granic domenowych. 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 związanych z konwersją i magazynowaniem energii. Obliczenia stabilności, transportu oraz własności strukturalnych w wybranych substancjach **(Zbigniew Łodziana)**.
3. Badanie przemian fazowych, wityfikacji, wpływu oddziaływań dalekozasięgowych i lokalnych na zmiany dynamiki wewnętrznej oraz morfologii substancji molekularnych w różnych fazach termodynamicznych, przechodzonych oraz stanach szklistych. **(Mirostaw Gałązka)**.
4. Badania głębokościowego rozkładu defektów sieci krystalicznej w metalach i stopach generowanych tuż pod powierzchnią wskutek procesu tarcia. Badania stabilności termicznej wprowadzonych defektów, a także procesu dynamicznej rekrytalizacji zachodzącego w warstwach podpowierzchniowych w wyniku tarcia. Do badań wykorzystane będą techniki pomiarów czasów życia pozytonów, spektroskopia poszerzenia dopplerowskiego, koincydencyjnego poszerzenia dopplerowskiego, mikrotwardości, SEM oraz EBDS. Pomiary objętości swobodnych w polimerach metodą anihilacji pozytonów **(Jerzy Dryzek)**.
5. Wyznaczanie objętości swobodnych w materiałach molekularnych i polimerach otrzymanych metodą anihilacji pozytonów. Badania defektów powstałych w wyniku modyfikacji powierzchni metali i stopów różnymi metodami (np.: piaskowanie, peening laserowy) i ich wpływu na odporność korozyjną **(Ewa Dryzek)**.

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Prezentowanie wyników na krajowych i międzynarodowych konferencjach specjalistycznych oraz publikowanie ich w czasopismach o wysokim współczynniku wpływu.
- Planowanie eksperymentów z udziałem podmiotów i jednostek współpracujących.

zadanie 2. Badanie struktury, własności chemicznych i magnetycznych materiałów o rozmiarach mezo- i nanometrycznych (Michał Krupiński)

Cel realizacji zadania:

1. Badanie struktury i własności magnetycznych cienkowarstwowych stopów i układów wielowarstwowych nanostrukturyzowanych metodami fizycznymi, chemicznymi, wiązkami jonowymi i wiązką lasera (*współpraca z Uniwersytetem w Augsburgu, Akademickim Centrum Materiałów i Nanotechnologii AGH (ACMiN), Centrum Helmholtza Drezno-Rosendorf*) **(Marta Wolny-Marszałek, Michał Krupiński)**.
2. Badanie własności strukturalnych, optycznych i magnetycznych nanokompozytowych cząstek magnetycznych otrzymywanych metodą naświetlania laserem impulsowym w zależności od długości fali promieniowania i czasu trwania impulsu (*współpraca z Uniwersytetem Hokkaido, Japonia i Laboratoire Hubert Curien, UMR CNRS, UJM/University of Lyon, Aix-Marseille Universite*) **(Żaneta Świątkowska-Warkocka)**.
3. Badania własności optycznych, magnetycznych, magnetotransportowych i elektrycznych heterostruktur, opartych na porowatych tlenkach metali przejściowych dla zastosowań w czujnikach i elektronice **(Arkadiusz Zarzycki)**.
4. Przeprowadzenie badań zależności własności fizycznych i chemicznych materiałów metalicznych i półprzewodnikowych od rodzaju i dawki implantowanych jonów (*we współpracy z Katedrą Elektroniki AGH*) **(Marzena Mitura-Nowak)**.
5. Modelowanie analityczne oraz komputerowe, symulacje atomistyczne i mikromagnetyczne nanostrukturyzowanych cienkich warstw oraz układów makrospinowych wraz z dynamiką fal spinowych. Badanie własności magnetycznych, struktury domen oraz ruchów ścian domenowych, procesów przemagnesowania, histerezy magnetycznej, wpływu zewnętrznych pól i temperatury na konfiguracje namagnesowania **(Paweł Sobieszczyk)**.
6. Badania odporności radiacyjnej materiałów. Modyfikacja własności materiałów poprzez kontrolowane wprowadzenie defektów strukturalnych i nanostrukturyzacji. Badanie uszkodzeń strukturalnych generowanych przez wysokoenergetyczne ciężkie jony (kilkaset MeV) oraz jony o energiach od kilkudziesięciu do kilkuset keV. Badanie profili defektów, ich zasięgu oraz rodzaju. Analiza termodynamiki defektów w materiałach **(Paweł Horodek, Krzysztof Siemek)**.

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

Określenie własności magnetycznych, magnetotransportowych, elektrycznych i optycznych metalicznych materiałów nanostrukturyzowanych: nanodrutów, powłok i cienkich warstw oraz submikronowych cząstek magnetycznych.

Wyniki badań będą prezentowane na krajowych i międzynarodowych konferencjach, a także publikowane w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym. Efektem realizacji zadania będą

opracowane procedury formowania warstw oraz patenty, jak również prace magisterskie i doktorskie.

zadanie 3. Prace nad poznaniem struktury i dynamiki materii miękkiej w tym materiałów funkcjonalnych i farmaceutyków przy pomocy komplementarnych metod doświadczalnych i obliczeniowych (Ewa Juszyńska-Gałązka)

Cel realizacji zadania:

1. Badanie polimorfizmu (własności termicznych i strukturalnych) substancji organicznych o różnym stopniu uporządkowania (*we współpracy z Research Center for Thermal and Entropic Science, Graduate School of Science, Osaka University*). Opis wymiarowości stanu termodynamicznego, kinetyki procesów wityfikacji oraz zimnej krystalizacji (**Ewa Juszyńska-Gałązka, Aleksandra Deptuch**).
2. Badanie zmian dynamiki wibracyjnej i stochastycznej w próbkach objętościowych i w warunkach ograniczenia przestrzennego z wykorzystaniem metod wzajemnie uzupełniających się oraz metod rozpraszania neutronów, wspartych obliczeniami teoretycznymi (*współpraca z ISIS Neutron and Muon Source*) (**Ewa Juszyńska-Gałązka, Anna Drzewicz**).
3. Badania stabilności fizykochemicznej różnych stanów termodynamicznych wybranych substancji leczniczych pozostających w formie natywnej i otrzymanych w procesie amorfizacji (*współpraca z Wydziałem Farmaceutycznym CMUJ*) (**Natalia Osiecka-Drewniak, Piotr M. Zieliński**).
4. Badanie wpływu ograniczenia przestrzennego (włókna polimerowe, cienkie warstwy, nanopory, nanorurki, etc.) na procesy relaksacyjne oraz kinetykę krystalizacji w układach molekularnych typu ciekłe kryształy, polimery, farmaceutyki w warunkach normalnego i podwyższonego ciśnienia (**Małgorzata Jasiurkowska-Delaporte**).

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Ustalenie relacji struktura molekularna-dynamika-diagram fazowy dla wybranych ciekłych kryształów. Badania zeszklenia i krystalizacji.
- 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.
- Wykorzystanie procesu mechanosyntezy do tworzenia nowych form strukturalnych i amorficznych wybranych farmaceutyków.
- Poszukiwanie amorficznych lub amorfizowanych form wybranych farmaceutyków oraz poznanie ich własności pod kątem optymalizacji ich dawek leczniczych.
- Uzyskanie informacji o wpływie różnych form ograniczenia przestrzennego na dynamikę molekularną oraz proces krystalizacji wybranych cieczy, farmaceutyków, ciekłych kryształów oraz polimerów.

- Badanie wpływu nanometrowego ograniczenia przestrzennego na uporządkowanie bliskiego zasięgu wewnątrz próbki i w warstwach przyściennych w charakterystycznych dla tych warunków stanach termodynamicznych.
- Publikacja wyników w ważnych czasopismach specjalistycznych, prezentacje na konferencjach międzynarodowych oraz gromadzenie materiału dla pracy doktorskiej i habilitacyjnej.

zadanie 4. Projektowanie, synteza i charakteryzacja nanocząstek metalicznych do różnych zastosowań (Magdalena Parlińska-Wojtan)

Cel realizacji zadania:

1. Zastosowanie nanocząstek metali oraz tlenków metali jako materiałów anodowych w ogniwach paliwowych wraz z monitorowaniem produktów pośrednich oraz końcowych reakcji utleniania etanolu (EOR) w czasie rzeczywistym techniką spektroskopii w podczerwieni (**Magdalena Parlińska-Wojtan**).
2. Elektrochemiczne osadzanie nanostrukturyzowanych filmów metali szlachetnych lub ich kombinacji (**Magdalena Parlińska-Wojtan, Joanna Depciuch**).
3. Zbadanie mechanizmów reakcji wymiany galwanicznej w pustych nanocząstkach mierzonych transmisyjną mikroskopią elektronową i rentgenowską in-situ (**Magdalena Parlińska-Wojtan, Joanna Depciuch**).
4. Synteza nanocząstek palladu modyfikowanych glukozą oraz chitozanem stosowanych w radioterapii protonowej nowotworów mózgu (**Bartosz Klębowski**).
5. Przyżyciowe długoczasowe badania dynamicznych procesów, takich jak absorpcja oraz interakcja nanocząstek o różnych kształtach z komórkami nowotworowymi oraz zdrowymi w mikroskopie Nanolive 3D (**Joanna Depciuch**).

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Określenie warunków przygotowywania mono-, bi- oraz wielopierwiastkowych metalicznych nanocząstek.
- Charakteryzacja fizyko-chemiczna otrzymanych nanocząstek metodami transmisyjnej mikroskopii elektronowej, spektroskopii UV-Vis, XRD.
- Funkcjonalizacja otrzymanych nanocząstek środkami biologicznie czynnymi – określenie stabilności chemicznej oraz termicznej wytworzonych nanosystemów.
- Określenie procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych występujących podczas oddziaływania otrzymanych nanocząstek oraz nanosystemów z komórkami żywymi.
- Wyniki badań zostaną opublikowane w międzynarodowych czasopismach naukowych oraz zaprezentowane na seminariach i konferencjach. Przyczynią się do realizacji pracy doktorskiej oraz złożenia kolejnych wniosków o finansowanie badań.

zadanie 5. Badania teoretyczne struktury i dynamiki materiałów krystalicznych oraz nanomateriałów (Przemysław Piekarz)

Cel realizacji zadania:

1. Badanie ultraszybkich procesów i przejść fazowych w materiałach pod wpływem impulsów promieniowania X emitowanego przez laser na swobodnych elektronach (FEL) **(Beata Ziaja-Motyka)**.
2. Badanie własności fononowych i termodynamicznych cienkich warstw żelaza o różnej grubości na powierzchni GaAs **(Małgorzata Sternik)**.
3. Rozszerzenie opracowanej metody próbkowania przestrzeni konfiguracyjnej (HECSS) o moduł kontroli ekwipartycji energii w układach anharmonicznych oraz opracowanie metodologii dynamicznego rozszerzania jej możliwości na systemy o różnych stopniach swobody **(Paweł Jochym)**.
4. Badanie wpływu domieszkowania na widmo fononowe i podstawowe własności termodynamiczne matrycy na bazie obliczeń z pierwszych zasad **(Jan Łażewski)**.
5. Badanie dynamiki sieci w związkach bez centrum inwersji **(Andrzej Ptok)**.
6. Analiza własności fononowych w cienkich warstwach i nanodrutach DySi_2 **(Przemysław Piekarz)**.
7. Badanie stanów związanych Shiby w obecności porządku ładunkowego **(Andrzej Ptok)**.
8. Badanie transportu elektronowego w układach Weyla z uwzględnieniem poprawek wyższego rzędu do modelu liniowego **(Andrzej Ptok)**.
9. Badanie własności dynamicznych pirofosforanu żelaza **(Svitlana Pastukh, Przemysław Piekarz)**.
10. Badanie stabilizacji oraz własności CoGe pod ciśnieniem **(Andrzej Ptok)**.

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Głównym efektem naukowym przeprowadzonych badań będzie poszerzenie wiedzy na temat własności strukturalnych, elektronowych i dynamicznych układów krystalicznych i nanomateriałów.
- Opisanie zjawisk zachodzących w materiałach podczas rozpraszania wiązek fotonów o dużym natężeniu oraz zrozumienie zmian w strukturze elektronowej, magnetycznej i krystalicznej pod wpływem tych procesów.
- Powiązanie opisu układów z wykorzystaniem technik ab initio (DFT) z technikami opartymi o modele ciasnego wiązania, zmierzające do uproszczonego ale realistycznego opisu badanych układów.
- Opisanie na poziomie atomowym struktury krystalicznej i elektronowej oraz własności dynamicznych złącz heterokrystalicznych i cienkich warstw.
- Wyjaśnienie wpływu temperatury na parametryzację modelu oddziaływań oraz uzyskanych wielkości fizycznych. Badanie wpływu anharmonizmu na własności badanych materiałów. Opracowanie zestawu oprogramowania implementującego metodę HECSS i powiązane z nią narzędzia obliczeniowe. Uzyskanie temperaturowych zależności parametrów termodynamicznych (np. przewodnictwa cieplnego, czasu życia fononów

itp.) dla wybranych materiałów.

- Rozszerzenie stosowalności metod wyznaczania widma fononowego używanych dla kryształów i układów symetrycznych na materiały domieszkowane, nieuporządkowane lub magnetyczne.
- Wyniki badań zostaną opublikowane w międzynarodowych czasopismach naukowych oraz zaprezentowane na seminariach i konferencjach naukowych.

zadanie 6. Opracowanie i fizyczna realizacja podstawowych elementów składowych molekularnej sieci neuronowej (Łukasz Laskowski)

Cel realizacji zadania:

1. Synteza i badanie własności układów nanometrycznych jednostek magnetycznych (odpowiednik neuronów w sztucznych sieciach neuronalnych) opartych na porowatych matrycach krzemionkowych (**Łukasz Laskowski**).
2. Otrzymywanie nanometrycznych jednostek magnetycznych metodą elektrodepozycji oraz analiza ich własności (**Małgorzata Kąc**).
3. Wytwarzanie i badanie właściwości porowatych podłoży na bazie tlenku glinu do preparatyki nanometrycznych jednostek przetwarzających (**Mateusz Schabikowski**).
4. Symulacyjna i eksperymentalna charakterystyka jednostek przetwarzających w molekularnych sieciach neuronowych oraz opracowanie ważonych połączeń magnetycznych pomiędzy nimi (**Oleksandr Pastukh**).
5. Symulacje oddziaływań magnetycznych pomiędzy uporządkowanymi w płaszczyźnie układami jednostek trwale magnetycznych (**Dominika Kuźma**).
6. Synteza i charakterystyka nanostrukturyzowanych substratów węglowych do depozycji jednostek magnetycznych opartych na magnetykach molekularnych (**Agnieszka Karczmarska**).

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Opracowanie procedury pozwalającej na uzyskanie matryc z porowatego tlenku aluminium zawierających pory o średnicach od 10 do 200 nm o wysokim stopniu uporządkowania. Przygotowanie matryc w formie wolnej od substratu (blachy aluminiowej), jak również w formie zawierającej substrat bezpośrednio kontaktujący się z wnętrzem porów (matryce przygotowane do elektrochemicznej depozycji drutów magnetycznych).
- Opracowanie procedury i określenie właściwości nowych nanokompozytów opartych na matrycach z krzemionki, węgla i tlenku aluminium zawierających jony metali, nanokrystality i molekuly magnetyczne.
- Opracowanie procedury depozycji nanodrutów metalicznych (nono- i multimetalicznych) wewnątrz matryc porowatych, zbadanie własności strukturalnych i magnetycznych otrzymanych nanostruktur, określenie zależności pomiędzy warunkami wzrostu nanodrutów, ich składem pierwiastkowym, a ich własnościami magnetycznymi.

- Opis oddziaływań pomiędzy jednostkami magnetycznymi w zależności od materiału i odległości pomiędzy jednostkami.
- Publikacja wyników badań w międzynarodowych, recenzowanych czasopismach.
- Przygotowanie wniosku patentowego związanego z zastosowaną metodologią.

zadanie 7. Badania właściwości magnetycznych materiałów molekularnych o różnej wymiarowości (Magdalena Fitta)

Cel realizacji zadania:

1. Badanie przejść fazowych, efektu magnetokalorycznego oraz wpływu czynników fizycznych na własności magnetyków molekularnych (**Magdalena Fitta, Dominik Czernia**).
2. Badanie relaksacji i anizotropii magnetycznej w niskowymiarowych magnetykach molekularnych (**Piotr Konieczny**).
3. Badanie korelacji magneto-strukturalnych w magnetycznych materiałach funkcjonalnych (**Naveen Kumar Chogondahalli Muniraju**).
4. Synteza i badanie właściwości fizykochemicznych przełączalnych magnetyków molekularnych oraz bistabilnych materiałów kompozytowych (**Jędrzej Kobylarczyk**).
5. Opracowanie kwantowo-mechanicznych modeli magnetycznych układów molekularnych, uwzględniających ich własności strukturalne, w celu wyznaczenia parametrów oddziaływania i anizotropii (**Robert Pełka**).

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Uzyskanie 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.
- Przeprowadzenie analitycznej i numerycznej analizy wyników magnetometrycznych oraz kalorymetrycznych w oparciu o istniejące oraz nowe modele dostosowane do struktury badanych układów.
- Opracowanie metodologii wytwarzania przełączalnych kompozytów na bazie magnetyków molekularnych i polimerów organicznych oraz wyznaczenie wpływu matrycy polimerowej na parametry przejść spinowych w związkach koordynacyjnych.
- Wyniki badań będą prezentowane na krajowych i międzynarodowych konferencjach, a także publikowane w czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Efektem realizacji zadania będzie praca doktorska.

Temat 4. BADANIA INTERDYSCYPLINARNE I STOSOWANE

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

Cel realizacji zadania:

1. Identyfikacja uniwersalnych charakterystyk złożoności:
 - a. krzyżowe korelacje multifraktalne w procesach stochastycznych,
 - b. uogólnienie formalizmu multifraktali na struktury dwuwymiarowe,
 - c. multifraktalność w deterministycznych układach dynamicznych,
 - d. zjawiska krytyczne i efekty synchronizacji w dynamice finansów,
 - e. efekty wieloskalowe w modelach oddziałujących agentów,
 - f. język naturalny w formalizmie systemów złożonych,
 - g. wieloskalowa organizacja utworów muzycznych,
 - h. fraktalna analiza naturalnych (biologicznych) sieci neuronowych,
 - i. analiza aktywności mózgu z wykorzystaniem uczenia maszynowego,
 - j. przyczynowe mechanizmy korelacji w mechanice kwantowej i nie tylko,
 - k. nierozróżnialność cząstek jako zasób splątania w optyce kwantowej.

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Rozwój algorytmu ilościowego ujmowania krzyżowych korelacji wieloskalowych z optymalizacją procedury detrendowania fluktuacji oraz wskazanie nośników takich korelacji.
- Wypracowanie obliczeniowo wydajnego algorytmu wyznaczania multifraktalnych charakterystyk struktur dwuwymiarowych.
- 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.
- Opis charakteru oraz znaczenia długo-zasięgowych korelacji nieliniowych w tekstach narracyjnych.
- Wytłumaczenie efektów wzmocnienia korelacji krzyżowych w szeregach czasowych wraz ze wzrostem skali czasowej.
- Badanie korespondencji pomiędzy różnymi wzorcami emocji w tekstach pisanych, a odpowiednimi korelacjami wieloskalowymi w rozkładach słów i długościach zdań.
- Systematyczne zbadanie multifraktalnych charakterystyk sygnałów mózgowych dla różnego typu, zarówno naturalnych sieci neuronalnych, jak i stosowanych bodźców.
- Analiza założeń i badanie przyczynowych mechanizmów w eksperymentach typu Bella.

- Klasyfikacja stanów cząstek identycznych z punktu widzenia nielokalności w liniowej optyce kwantowej.
- Publikacja wyników w międzynarodowych czasopismach naukowych, prezentacja wyników na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych oraz zebranie materiałów do przewodów doktorskich.

zadanie 2. Badania oddziaływania promieniowania jądrowego z różnymi ośrodkami (Urszula Wiącek)

Cel realizacji zadania:

1. Opracowanie projektu akceleratorowego źródła neutronowego IFMIF-DONES (Demo Oriented Neutron Source) (*współpraca: Eurofusion*) (Wojciech Królas).
2. Zastosowanie metod aktywacyjnych do określania pola promieniowania neutronów w urządzeniach fuzyjnych (*współpraca: Eurofusion*) (Anna Wójcik-Gargula).
3. Modelowanie pól promieniowania jądrowego generowanych przez źródła plazmowe i neutronowe oraz odpowiedzi detektorów z uwzględnieniem wpływu otoczenia i innych zaburzających źródeł promieniowania (*współpraca: Eurofusion, ITER Organisation*) (Urszula Wiącek).

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Opracowanie projektu modułu kalibracyjnego i monitorującego STUMM dla laboratorium IFMIF-DONES do określania parametrów strumienia neutronów w obszarze naświetlania próbek.
- Modelowania z użyciem metod Monte Carlo w zakresie neutroniki (transportu promieniowania) dla laboratorium IFMIF-DONES.
- Opracowanie koncepcji komplementarnych eksperymentów fizycznych (Complementary Experiments) w laboratorium IFMIF-DONES oraz koordynacja komitetu naukowego użytkowników IFMIF-DONES.
- Teoretyczna ocena stopnia aktywacji materiałów konstrukcyjnych pomocniczych tokamaka ITER, ich naświetlanie w tokamaku JET, pomiary i analiza wynikowej aktywacji.
- Wyznaczenie rozkładów energetyczno-przestrzennych pól promieniowania mieszanego w otoczeniu źródeł jest niezbędne w toku opracowywania metod pomiarowych. Wyniki modelowania Monte Carlo rozkładów dawek promieniowania wokół źródła Plasma-Focus PF-24 i generatora IGN-14 (IFJ PAN) zostaną wykorzystane w testach nowych metod pomiarowych, m.in. z detektorami diamentowymi i quasi-punktowymi detektorami scyntylicyjnymi. Opracowane metody obliczeniowe będą zastosowane w analizach pól neutronowych i gamma modułu pomiarowego ITER-HRNS, ITER-RGRS oraz STUMM dla IFMIF- DONES.

zadanie 3. Diagnostyka plazmy wysokotemperaturowej (Marek Scholz)

Cel realizacji zadania:

1. Wykorzystanie detektorów typu GEM oraz detektorów diamentowych do pomiaru parametrów emisji neutronów i jonów w plazmie termojądrowej (*współpraca: Eurofusion, ITER Organisation*) **(Marek Scholz)**.
2. Badanie zjawisk fizycznych towarzyszących szybkim impulsom plazmowym generowanym w układzie Plasma-Focus PF-24 **(Agnieszka Kulińska)**.
3. Opracowanie metod obrazowania rentgenowskiego plazmy w urządzeniach fuzyjnych w celu badania transportu zanieczyszczeń w rdzeniu plazmy (*współpraca: CEA Cadarache, Eurofusion*) **(Axel Jardin)**.
4. Opracowanie metod diagnostyki rentgenowskiej oraz neutronowej do badania plazmy w urządzeniach fuzyjnych (tokamak WEST, COMPASS-U) (*współpraca: CEA Cadarache, IPP Praga*) **(Jakub Bielecki)**.
5. Spektrometria neutronowa o wysokiej rozdzielczości energetycznej w celu określania parametrów plazmy termojądrowej pod kątem programu ITER (*współpraca: ITER Organisation*) **(Marek Scholz, Jan Dankowski)**.
6. Badanie metodami obliczeniowymi procesów oddziaływania prędkich elektronów z jonami plazmy termojądrowej **(Jakub Bielecki)**.

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Opracowanie metody zastosowania detektorów GEM do pomiarów spektrometrycznych prędkich neutronów z wykorzystaniem generatora neutronów 14 MeV.
- Badania detektorów diamentowych CVD w celu ich zastosowania w spektrometrycznych pomiarach produktów syntezy termojądrowej D-T w warunkach pracy panujących przy tokamakach.
- Badanie dynamiki ogniska plazmowego o różnym składzie pierwiastkowym. Wykorzystane będą metody pomiarowe, w tym unikatowy układ do wizualizacji ogniska plazmowego w polu neutronowym, na podstawie rejestrowanej emisji neutronów 2.45 MeV oraz towarzyszącego promieniowania X.
- Rekonstrukcja tomograficzna emisyjności plazmy w zakresie promieniowania rentgenowskiego stanowi źle postawiony problem odwrotny. Powodem złego uwarunkowania zagadnienia rekonstrukcji jest ograniczony zbiór danych eksperymentalnych, pochodzących z detektorów umieszczonych wokół urządzenia fuzyjnego. Stąd konieczność opracowania nowych, specjalnych metod rekonstrukcji. Głównym wynikiem naukowym zadania jest poznanie rozkładów emisyjności promieniowania X w poloidalnym przekroju urządzenia fuzyjnego. Rozkłady takie pozwalają na zbadanie transportu domieszek ciężkich jonów w rdzeniu plazmy termojądrowej.

- Rejestracja emisji miękkiego promieniowania rentgenowskiego ($E < 20$ keV) z plazmy termojądrowej w tokamaku dostarcza informacji na temat równowagi magnetycznej oraz rozkładu przestrzennego domieszek. Twarde promieniowanie rentgenowskie ($E=20\div 200$ keV) pozwala wnioskować o populacji elektronów nadtermicznych, pojawiających się podczas działania systemów grzania plazmy. Prowadzone prace posłużą opracowaniu metodyki pomiarów tego promieniowania dla zastosowania w urządzeniach typu tokamak. Rejestrowane widma energetyczne neutronów prędkich (pierwotnych i rozproszonych) mają posłużyć do określania parametrów plazmy termojądrowej, istotnych dla efektywnej pracy reaktora termojądrowego (tokamaka). Na podstawie zmierzonego widma neutronów można określić parametry plazmy termojądrowej, takie jak skład paliwa deuterowo-trytowego, temperaturę jonów Ti w gorącej plazmie, itp. Prowadzone prace zmierzają do opracowania projektu diagnostyki High Resolution Neutron Spectrometer (HRNS) dla tokamaka ITER.
- Badania obliczeniowe będą prowadzić do opracowania przybliżonych modeli opisujących zjawiska elastycznych oraz nieelastycznych zderzeń elektronów prędkich z jonami plazmy. Modele te będą wykorzystane do konstrukcji operatora zderzeń w równaniu Fokkera-Planka (FP). Ze względu na ich uproszczoną postać, równanie FP dla plazmy termojądrowej będzie można rozwiązywać numerycznie w sposób obliczeniowo wydajny.

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 poprzez:

1. Badanie struktury i procesów fizjologicznych tkanek i narządów małych zwierząt doświadczalnych w stanach normalnych lub patologicznych w warunkach *in vivo* i *ex vivo* metodami MRI/MRS (współpraca z *University of Victoria, Kanada, University of Calgary, Kanada, Katedrą Farmakologii CMUJ, Katedrą Patofizjologii CMUJ, Instytutem Nauk o Środowisku UJ, Instytutem Zoologii i Badań Biomedycznych UJ, Instytutem Farmakologii PAN, Akademią Górniczo-Hutniczą*) (**Krzysztof Jasiński, Barbara Błasiak**).
2. Zastosowanie obrazowania i spektroskopii MR do badań własności teranostycznych nośników leków, nowoczesnych środków kontrastowych i materiałów porowatych (współpraca z *University of Victoria, Kanada, University of Calgary, Kanada Uniwersytetem Pedagogicznym w Krakowie, Katedrą Farmacji CMUJ, IKiFP PAN, Wydziałem Chemii UJ, Akademią Górniczo-Hutniczą,*) (**Barbara Błasiak, Natalia Łopuszyńska**).

3. Rozwój metod i oprzyrządowania do obrazowania i spektroskopii zlokalizowanej MR (współpraca z *University of Toronto, Kanada, Instytutem Fizyki UJ, Akademią Górniczo-Hutniczą*.) **(Krzysztof Jasiński, Wojciech Rutkowski)**.

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Określenie zmian struktury mózgu, poprzez zastosowanie obrazowania tensora dyfuzji i traktografii, w szczurzym modelu epilepsji indukowanej zaburzeniami w okresie rozwoju prenatalnego.
- Ocena zmian frakcji wyrzutowej oraz innych podstawowych parametrów hemodynamicznych lewej komory serca przy użyciu Cardiac-MRI, w grupie kontrolnej i grupie zwierząt (szczurów) poddanych terapii 5-Fluorouracylem.
- Określenie, przy pomocy badania hemodynamicznego MRI, czy brak endogennych enkefalin spowoduje zmiany kompensacyjne w anatomii serca (np. zmianę grubości ścian przedsionków) lub będzie przyczyniać się do upośledzenia funkcji serca wraz z wiekiem zwierząt, w zmodyfikowanych genetycznie myszach Penk KO (Penk.tm1Jrp).
- Określenie stopnia zwiększenia akumulacji dedykowanych środków kontrastowych typu rdzeń powłoka w guzie nowotworowym, w mysim modelu raka prostaty.
- Scharakteryzowanie własności relaksacyjnych oraz biodystrybucji nano-materiałowych teranostycznych nośników leków, z wbudowanym gadolinem, w warunkach *in vitro* i *in vivo*.
- Rozwój i wykorzystanie techniki obrazowania i spektroskopii ^{19}F MR do detekcji i oceny dystrybucji teranostycznych nośników leków i/lub środków kontrastowych.
- Rozwój techniki obrazowania na hiperspolaryzowanych jądrach ^{129}Xe i wykorzystanie ich do badań na materiale biologicznym *in vivo* i *ex vivo*.
- Rozwój dedykowanych cewek RF na jądra ^{19}F i ^{129}Xe .

zadanie 5. Badanie struktury elektronowej materii metodami spektroskopii oraz mikroskopii rentgenowskiej (Joanna Czapla-Masztafiak)

Cel realizacji zadania:

1. Badanie zmian zachodzących w układach biologicznych na poziomie komórkowym i molekularnym z wykorzystaniem technik synchrotronowych, laserów na swobodnych elektronach oraz laboratoryjnych źródeł promieniowania rentgenowskiego. Rozwój układów spektroskopii emisyjnej i absorpcyjnej z wykorzystaniem laboratoryjnych źródeł promieniowania rentgenowskiego (współpraca: *Wigner Research Institute, Budapest, Węgry; Paul Scherrer Institute, Villigen, Szwajcaria; Uppsala University, Szwecja; PTB Berlin, Niemcy; University of Vienna, Austria; Instytut Chemii Fizycznej PAN*) **(Joanna Czapla-Masztafiak, Wojciech M. Kwiatek)**.
2. Badanie zmian struktury elektronowej atomów w nanomateriałach i układach hybrydowych oraz w procesach chemicznych układów nieuporządkowanych z wykorzystaniem metod spektroskopii rentgenowskiej. Zastosowanie metod

synchrotronowych do badania procesów chemicznych w czasie rzeczywistym (*współpraca: Extreme Light Infrastructure, Prague, Czechy; Paul Scherrer Institute, Villigen, Szwajcaria; SACLA Facility, Japonia; European XFEL, Hamburg, Niemcy; Linac Coherent Light Source, USA; Newcastle University, UK*) **(Gabriela Imbir)**.

3. Badanie nieliniowych oddziaływań promieniowania rentgenowskiego z materią oraz procesów wielokrotnej jonizacji atomów z wykorzystaniem impulsów lasera rentgenowskiego. Rozwój metod oraz układów pomiarowych do diagnostyki femtosekundowych impulsów rentgenowskich (*współpraca: SwissFEL, Villigen, Szwajcaria; SACLA Facility, Japonia; European XFEL, Hamburg, Niemcy; Linac Coherent Light Source, USA; Newcastle University, UK*) **(Wojciech Błachucki)**.
4. Obrazowanie mikrotomografią komputerową oraz metodami mikroskopii rentgenowskiej mikrostruktur w układach złożonych. Rozwój laboratoryjnych metod tomografii komputerowej (*współpraca: Collegium Medicum UJ; Instytut Nauk Geologicznych UJ; Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH; WIMiC AGH; Wydział Matematyczno-Przyrodniczy Uniwersytetu Rzeszowskiego*) **(Artem Yakovliev)**.

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Określenie roli metali i ich wpływu na procesy zachodzące w układach biologicznych. Zastosowanie spektroskopii XAS i XES z wykorzystaniem laboratoryjnego układu spektroskopowego.
- Określenie dynamiki elektronowej atomów w układach chemicznych z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego w eksperymentach typu in-situ oraz czasowo-rozdzielczych.
- Określenie procesów nieliniowego oddziaływania promieniowania X z materią z wykorzystaniem femtosekundowych impulsów promieniowania rentgenowskiego.
- Określenie składu pierwiastkowego i fazowego układów biologicznych, środowiskowych i materiałowych. Wykonanie obrazów przestrzennych materiałów biomedycznych i środowiskowych technikami tomografii z uwzględnieniem kontrastu fazowego oraz mikro-spektroskopii rentgenowskiej.

zadanie 6. Multimodalne obrazowanie spektroskopowe układów złożonych wspomagane badaniami biomolekularnymi **(Katarzyna Pogoda)**

Cel realizacji zadania:

1. Eksploracja zmienności środowiskowej i zmian patologicznych układów biologicznych z wykorzystaniem metod spektroskopii oscylacyjnej (*współpraca Collegium Medicum UJ*) **(Wojciech Kwiatek)**.
2. Badanie substancji o działaniu adaptogennym jako potencjalnych terapeutyków wspomagających leczenie nowotworów (*współpraca z Universidad De Málaga, Hiszpania*) **(Ewa Pięta)**.

3. Analiza oddziaływania związków biologicznie aktywnych z powierzchnią nanocząstek metali przy użyciu metod spektroskopowych (*współpraca z Université Paris-Saclay Orsay, Francja, IKiFP PAN, Wydziałem Odlewnictwa AGH*) **(Natalia Piergies)**.
4. Monitorowanie skuteczności terapeutycznej potencjalnych leków wspomagających terapię guzów obwodowego układu nerwowego (PNS) (*współpraca z University of Valencia, Hiszpania*) **(Karolina Chrabąszcz)**.
5. Charakterystyka reologiczna i spektroskopowa materiałów biologicznych wykazujących oporność wielolekową (*współpraca z University of Pennsylvania USA, Uniwersytetem Medycznym w Białymstoku*) **(Katarzyna Pogoda)**.
6. Badania cyto- i genotoksyczności nanocząstek i biomateriałów o potencjale aplikacyjnym w medycynie **(Agnieszka Panek)**.

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Określenie markerów spektroskopowych zmian biochemicznych zachodzących w układach biologicznych podlegających procesom patologicznym (nowotwory, zmiany degeneracyjne, otyłość, narażenie na niekorzystne działanie czynników środowiskowych).
- Zdefiniowanie panelu zmian biochemicznych wynikających ze stosowania leków oraz nanosystemów w komórkach prawidłowych i nowotworowych.
- Określenie mechanizmu wiązania wybranych leków z powierzchnią nanocząstek w kontekście zwiększenia efektywności ich działania terapeutycznego.
- Weryfikacja biokompatybilności materiałów do zastosowań w medycynie.
- Scharakteryzowanie cyto- i genotoksycznych skutków działania substancji i nanosystemów dedykowanych wsparciu radioterapii i chemioterapii.

zadanie 7. Radiochemiczne i instrumentalne metody analizy i syntezy sztucznych pierwiastków promieniotwórczych w zastosowaniu do radioekologii, geochemii izotopowej i radiofarmaceutyków (Jerzy W. Mielowski)

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, w tym prace nad metodyką oznaczania trytu **(Joanna Najman, Sylwia Błażej)**.
 - b. Rozwój metod poszukiwania substancji radioaktywnych wytwarzanych naturalnie na Ziemi w reakcjach jądrowych z wykorzystaniem spektrometrii jądrowej mas **(Jerzy W. Mielowski)**.
 - c. Wykorzystanie pomiarów spektrometrycznych stężeń emiterów alfa, beta i gamma w badaniach środowiska i w badaniach czystości radiologicznej próbek materiałowych **(Jerzy W. Mielowski, Sylwia Błażej)**.

- d. Rozwój niskotłowej spektrometrii promieniowania gamma (**Jerzy W. Mietelski, Renata Kierepko**).
- e. Rozwój metodyki pomiaru radioaktywnych gazów szlachetnych w atmosferze (**Joanna Najman, Jerzy W. Mietelski**).
2. Prowadzenie pomiarów zawartości substancji gamma-promieniotwórczych licznikiem całego ciała (**Renata Kierepko**).
3. Opracowanie metod wydzielania radionuklidów z aktywowanych tarcz (**Arshiya A. Ahmed**).
4. Opracowanie metod wytwarzania powłok kompozytowych do detekcji i usuwania skażeń środowiska metalami ciężkimi i pierwiastkami promieniotwórczymi. (**Magdalena Laskowska**).

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Prowadzenie ciągłego monitoringu trytu w opadzie atmosferycznym z wykorzystaniem metody zateżenia elektrolitycznego, celem stworzenia bazy danych o poziomach trytu w Polsce przed rozpoczęciem programu rozwoju energetyki jądrowej.
- Poszukiwania długożyciowych izotopów radioaktywnych w minerałach, w tym w materiałach pochodzących z kominów kimberlitowych celem weryfikacji hipotezy o impaktowym charakterze procesu powstawania tych kominów z udziałem ciemnej materii barionowej wywołującej reakcje jądrowe w czasie zderzenia z materią ziemską.
- Badania wpływu promieniowania kosmicznego na tło dwóch niskotłowych cyfrowych spektrometrów promieniowania gamma z osłonami aktywnymi (z detektorami mionów promieniowania kosmicznego).
- Testowanie spektrometru gamma z układem koincydencji/antykoicydencji beta-gamma.
- Prace nad metodami wydzielania izotopów radioaktywnych z wykorzystaniem nowych materiałów analitycznych (jonity, żywice ekstrakcyjne). Prace nad metodami rozdziału pierwiastków ziem rzadkich.
- Wstępne rozpoznanie możliwości zastosowania powłok kompozytowych do usuwania strontu z roztworów wodnych.
- Prace przygotowawcze do budowy ultraniskotłowego laboratorium podziemnego.
- Pomiary spektrometryczne stężeń emiterów alfa, beta i gamma w próbkach środowiskowych i w badaniach czystości radiologicznej próbek materiałowych dla zleciodawców zewnętrznych w ramach działalności laboratorium z akredytacją PCA: Laboratorium Analiz Promieniotwórczości.
- Wyniki prac stanowią przedmiot publikacji naukowych, będą także prezentowane na ważnych krajowych i międzynarodowych konferencjach, są też częściowo podstawą planowanych doktoratów.

zadanie 8. Pierwiastki promieniotwórcze i metale ciężkie w środowisku oraz w organizmie człowieka (Edyta Łokas)

Cel realizacji zadania:

1. Pomiary stężeń izotopów promieniotwórczych w próbkach środowiskowych z lodowców wysokogórskich, w celu określenia wielkości oraz źródeł skażeń promieniotwórczych (Katarzyna Kołtonik, Dariusz Sala). Określenie stopnia zanieczyszczenia izotopami sztucznymi (^{137}Cs , $^{238,239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am) i naturalnymi (^{210}Pb) m.in. kriokonitów, torfów, kulek mszaków z lodowca oraz wskazanie źródeł zanieczyszczenia radionuklidami pochodzenia sztucznego poprzez wyznaczenie wartości stosunków izotopowych $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$, $^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$, $^{239+240}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$ oraz $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$.
2. Badania dynamiki zmian antropogenicznych izotopów promieniotwórczych ($^{238,239,240}\text{Pu}$ i ^{241}Am) i ich stosunków masowych w filtrach powietrza ze Spitsbergenu (Anna Cwanek, Edyta Łokas).
3. Badanie zmian w procesach metabolicznych u pacjentów poddanych zabiegowi bariatrycznemu (resekcji żołądka) (Kamil Brudecki). Oznaczenie składu pierwiastkowego (S, Fe, Zn, Cu i Se) we krwi i włosach pacjentów poddawanych operacji bariatrycznej oraz analiza jego zmian spowodowanych zabiegiem (współpraca z CMUJ).
4. Poszukiwanie markerów wczesnego etapu rozwoju chorób neurodegeneracyjnych (Alzheimer, Parkinson) w oparciu o wartości stosunków izotopowych pierwiastków śladowych (Kamil Brudecki). Zbadanie składu izotopowego metali we krwi oraz we włosach pacjentów z rozpoznaną chorobą i u osób zdrowych oraz poszukiwanie specyficznych zmian w składzie izotopowym (współpraca z CMUJ).
5. Rozwój nowych metod badań skażeń promieniotwórczych środowiska z wykorzystaniem spektrometru masowego (Anna Cwanek, Edyta Łokas).

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Poszerzenie wiedzy na temat źródeł skażeń promieniotwórczych w obszarach wysokogórskich północnej i południowej półkuli.
- Wdrożenie metod pomiaru stosunku masowego $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$, koncentracji izotopów $^{239,240}\text{Pu}$, ^{241}Am , $^{234,235,238}\text{U}$, za pomocą ICP-MS oraz opracowanie nowych metod dla innych izotopów (np. Hg).
- Oszacowanie wpływu zabiegu bariatrycznego na wybrane procesy metaboliczne. Opracowanie nowej metody monitorowania stanu pacjenta po operacji.
- Wyniki prac stanowią przedmiot publikacji naukowych, będą także prezentowane na ważnych krajowych i międzynarodowych konferencjach.

zadanie 9. Izotopy promieniotwórcze w fizyce środowiska i ochronie radiologicznej (Krzysztof Kozak)

Cel realizacji zadania:

1. Pomiary stężeń izotopów promieniotwórczych (m.in. radonu), mocy dawek promieniowania w środowisku oraz izotopów aktywacyjnych (*współpraca z CLOR, AGH, GIG, PK, Polskim Centrum Radonowym, Centrum Operacji Lądowych – Dowództwo Komponentu Lądowego, Wojskowym Instytutem Chemii i Radiometrii oraz Narodowym Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS*).
2. Prace nad aktualizacją i uzupełnieniem krajowego planu działania w zakresie narażenia na radon (*współpraca z Głównym Inspektoratem Sanitarnym*).
3. Badanie współczynnika dyfuzji radonu przez typowe materiały izolacyjne stosowane w budownictwie (*współpraca z AGH*).
4. Kontynuacja prac koncepcyjnych i pomiarowych w celu utworzenia niskotłowego laboratorium podziemnego w Polsce.

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

Wyniki prac zostaną opublikowane w recenzowanych czasopismach naukowych, będą także prezentowane na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych.

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

zadanie 10. 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 oraz badanie ich właściwości dozymetrycznych. Kontynuowane będą pomiary dawek promieniowania w kosmosie oraz wokół urządzeń fuzji jądrowej. Prowadzone będą badania nad rozwojem metody fluorescencyjnej detekcji śladów cząstek jądrowych przy pomocy kryształów LiF, rozwojem techniki dozymetrii dwuwymiarowej OSL oraz badania nad luminescencyjnymi metodami dozymetrii awaryjnej.
2. Rozwój metod pomiarowych w termoluminescencyjnej dozymetrii indywidualnej, środowiskowej oraz ochronie radiologicznej pacjenta (**Izabela Milcewicz-Mika**). 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.

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Efektem praktycznym będzie opracowanie nowych metod pomiaru dawki promieniowania jonizującego, publikacje naukowe oraz wystąpienia konferencyjne.
- 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 i wystąpienia konferencyjne.

zadanie 11. 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 (**Arshiya A. Ahmed**).
3. Rozwój 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 12. Badanie własności mikroukładów biofizycznych (Małgorzata Lekka)

Cel realizacji zadania:

Badanie własności mechanicznych (elastyczność, adhezja, lepkość, etc.) 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 Bremie, Norweski Uniwersytet Naukowo-Techniczny, Uniwersytet w Grenoble, Uniwersytet w Tromsø*) poprzez:

1. Badanie roli cytoszkieletu i otoczenia w regulacji ilości fenestracji i elastyczności komórek śródbłonki zatoki wątroby **(Bartłomiej Zapotoczny)**.
2. Ocena efektywności nowych terapii z wykorzystaniem makro- i mikroreologii będącej narzędziem wspomagającym diagnostykę **(Joanna Zemła)**.
3. Biomechaniczne zróżnicowanie komórek w ocenie zmian patologicznych i działania leków przeciwnowotworowych **(Małgorzata Lekka, Joanna Zemła)**.

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Lepsze poznanie roli cytoszkieletu w regulacji morfologii i elastyczności komórek. Rozwój metodologii obrazowania komórek żywych opartej na spektroskopii sił atomowych pozwalającej na badanie zmian mechanicznych komórek w czasie.
- Ocena zmian oraz roli własności makro- i mikroreologicznych różnych typów komórek i tkanek w procesach chorobowych. Poszerzenie wiedzy dotyczącej relacji reologicznej w makro- i nano- skali.

zadanie 13. Badania translacyjne w dziedzinie fizyki medycznej na potrzeby rozwoju radioterapii protonowej (Renata Kopeć)

Cel realizacji zadania:

Celem zadania są interdyscyplinarne badania aplikacyjne i translacyjne w dziedzinie fizyki medycznej obejmujące prace eksperymentalne i obliczeniowe w celu rozwoju radioterapii protonowej. Badania obejmują rozwój nowych metod planowania leczenia i dozymetrii w celu ulepszenia obecnie stosowanych i opracowania nowych protokołów leczenia pacjentów.

1. Wykorzystanie metod dozymetrii względnej i absolutnej dla potrzeb radioterapii protonowej pacjentów (cel wieloletni) **(Dawid Krzempek)**.
2. Rozwój metod pomiarowych oraz prowadzenie radioterapii protonowej nowotworów oka (cel wieloletni) **(Tomasz Horwacik)**.
3. Opracowanie nowych metod pomiaru dawki oraz parametrów wiązek protonowych z zastosowaniem detektorów wolnych rodników (alaninowych) (cel wieloletni) **(Barbara Michalec)**.

4. Zastosowanie metod obliczeniowych Monte Carlo w celu kontroli jakości planów radioterapii protonowej pacjentów **(Jan Gajewski, Dawid Krzempek)**.
5. Opracowanie metod optymalizacji protonowych planów terapeutycznych z wykorzystaniem modeli zmiennego RBE oraz metod pomiarowych i obliczeniowych do charakterystyki mieszanych pól promieniowania produkowanych przez terapeutyczne wiązki protonowe uwzględniających jakość promieniowania (LET) **(Jan Gajewski)**.
6. Rozwój i zastosowanie nowych metod pomiarowych i obliczeniowych do monitorowania zasięgu wiązki protonowej (detektor PET, metody MC) oraz nanodozymetrii do planowania leczenia **(Antoni Ruciński)**.
7. Wykorzystanie wiązki protonowej do rozwoju metod planowania leczenia w tym leczenia ruchomych organów w radioterapii nowotworów zlokalizowanych poza narządem wzroku (cel wieloletni) **(Renata Kopeć, Agnieszka Wochnik)**.
8. Badania skuteczności biologicznej oraz wpływu genotypu na odpowiedź komórkową po zastosowaniu różnych schematów terapeutycznych, w tym szczególnie opartych o radioterapię protonową (*współpraca z National Cancer Institute, National Institutes of Health, Bethesda USA; Central South University, Chiny; Katedra Epidemiologii i Medycyny Zapobiegawczej, Collegium Medicum UJ; Zakład Genetyki Medycznej, Uniwersytecki Szpital Dziecięcy w Krakowie*) **(Justyna Miszczyk)**.

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.
- Postęp w opracowaniu nowych metod pomiarowych do pomiaru dawki i charakterystyki jakości promieniowania mieszanych pól produkowanych przez terapeutyczne wiązki protonowe oraz protokołów kontroli jakości.
- Postęp w opracowaniu nowych metod obliczeniowych do optymalizacji planów terapeutycznych oraz zapewnienia jakości radioterapii protonowej.
- Ewaluacja wyników radioterapii i opracowanie nowych protokołów leczenia.
- Pogłębienie wiedzy o mechanizmach odpowiedzi komórek prawidłowych i nowotworowych po zastosowaniu różnych schematów terapeutycznych, w tym szczególnie opartych o radioterapię protonową. Zaproponowanie nowych systemów oraz schematów terapeutycznych w oparciu o badania przedkliniczne z wykorzystaniem metod, szczególnie fizyki medycznej.

Temat 5. PRACE APARATUROWE I METODYCZNE ORAZ BADANIA APARATUROWE STOSOWANE

zadanie 1. Budowa detektorów i infrastruktury badawczej dla eksperymentów z fizyki i nauk pokrewnych (Jacek Świerblewski)

Cel realizacji zadania:

Udział w budowie infrastruktury i aparatury umożliwiającej prowadzenie badań naukowych w zakresie fizyki i nauk pokrewnych.

1. Udział w budowie European Spallation Source (ESS), Lund, Szwecja; w ramach polskiego wkładu rzeczowego (**Dariusz Bocian, Jacek Świerblewski**).
2. Udział w pracach grupy Electrical Quality Assurance (ELQA) w trakcie kolejnej, długiej przerwy technicznej Large Hadron Collider Long Shutdown (LHC LS), CERN, Genewa (**Jaromir Ludwin**).
3. Udział w pracach projektowo-prototypowych radialnego spektrometru neutronowego Radial Neutron Camera (RNC) dla tokamaka International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) prowadzonych w ośrodku ENEA we Frascati, Włochy & IFJ PAN (**Dariusz Bocian, Jacek Świerblewski**).
4. Przygotowanie i rozpoczęcie udziału w budowie Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR), Darmstadt, Niemcy (**Dariusz Bocian, Jacek Świerblewski**).
5. Modernizacja infrastruktury cieczy kriogenicznych w IFJ PAN (**Jacek Świerblewski, Waldemar Maciocha**).
6. Projekt i budowa prototypu komory laminarnej z funkcją dygestorium, IFJ PAN (**Jacek Świerblewski**).
7. Udział w projekcie i budowie detektora FoCal-E, CERN, Szwajcaria (**Jacek Świerblewski**).
8. Projekt i budowa stanowiska do pomiarów przewodów nadprzewodnikowych, IFJ PAN (**Dariusz Bocian, Jacek Świerblewski**).

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

Nowa infrastruktura, aparatura naukowo-badawcza, a także modernizacja już istniejących obiektów, 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 (**Robert Cieślik**).
3. Rozwój systemu diagnostyki i monitoringu wiązki (**Marek Ruszel**).
4. Optymalizacja transportu i stabilności wiązek na stanowisku badawczym (**Artur Sroka**).
5. Modernizacja stanowiska w hali eksperymentalnej wraz z oprzyrządowaniem pomiarowym wiązki do napromieniania materiałów biologicznych systemów elektronicznych i próbek materiałowych na wiązce protonowej (**Jan Swakoń, Jacek Sulikowski**).

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 przewodowej i bezprzewodowej infrastruktury informatycznej IFJ PAN.
2. Rozbudowa sieci szybkiej transmisji danych oraz utrzymanie systemów operacyjnych w klastrach serwerów i stacjach roboczych w IFJ PAN.
3. Zapewnienie bezpieczeństwa i integralności sieci komputerowej.

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

- Testy i wdrożenie produkcyjne nowych zoptymalizowanych metod szybkiej transmisji zaszyfrowanych danych wielkich rozmiarów w lokalnych sieciach LAN i globalnych sieciach WAN.
- Wykonanie okresowych audytów informatycznych systemów informatycznych nadzorowanych przez dział w celu poprawy bezpieczeństwa przetwarzanych danych osobowych.

- Rozwój własnych aplikacji i oprogramowania wykorzystywanego na potrzeby IFJ PAN.
- Modernizacja i rozwój globalnej bazy autoryzacyjnej dla użytkowników sieci oraz infrastruktury komputerowej IFJ PAN.
- Modernizacja stron www graficznie i funkcjonalnie.

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

Cel realizacji zadania:

Utrzymanie infrastruktury informatycznej chmury obliczeniowej CC1. Celem zadania jest zapewnienie pełnej funkcjonalności chmury obliczeniowej IFJ PAN, 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. Badania naukowe i prace rozwojowe w dziedzinie nadprzewodnictwa stosowanego (Dariusz Bocian)

Cel realizacji zadania:

Celem zadania są badania nadprzewodników i ich zastosowań, w szczególności obejmujące analizy elektromagnetyczne, analizy mechaniczne oraz analizy cieplno-przepływowe przewodów, kabli oraz cewek nadprzewodnikowych dla przyszłych akceleratorów cząstek oraz przyszłych urządzeń dla fuzji termojądrowej (w ramach współpracy z CERN (Szwajcaria), CEA Cadarache (Francja) i EPFL-SPC PSI Villigen (Szwajcaria)) poprzez:

1. Charakterystykę przewodów nadprzewodnikowych dla akceleratorów cząstek **(Dariusz Bocian)**.
2. Analizy magnesów nadprzewodnikowych projektowanych dla tokamaka DEMO **(Monika Lewandowska, Rafał Ortwein)**.

Planowane efekty naukowe i praktyczne:

Wyniki prowadzonych analiz dostarczą informacji zwrotnej, która pomoże udoskonalić projekty i kolejne wersje prototypów elementów magnesów nadprzewodnikowych dla akceleratorów i tokamaków. Będą też przedmiotem publikacji naukowych, raportów z projektów, a także będą prezentowane na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych.