

Propozycje prac licencjackich

1. Wizualizacja 3D dynamiki magnetyzacji w oprogramowaniu Blender.

(praca inżynierska: Technologie Komputerowe)

opiekun: mgr. Mateusz Zelent (mateusz.zelent@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur),

opiekun: mgr. Szymon Mieszczak (mateusz.zelent@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur),

promotor: prof. dr hab. Maciej Krawczyk (krawczyk@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur).

Wizualizacja danych pochodzących z pomiarów eksperymentalnych i symulacji komputerowych jest niezbędna do pełnego zrozumienia zjawisk fizycznych. W kontekście dynamiki magnetyzacji mamy do czynienia z dwuwymiarową mapą kolorów lub trójwymiarowym polem wektorowym. Celem pracy inżynierskiej jest stworzenie oprogramowania w języku Python działającego w oparciu o API Blendera (<https://www.blender.org/>) – programem do projektowania grafiki 3D. Zadaniem programu ma być tworzenie dynamicznych animacji na podstawie danych eksperymentalnych lub symulacji komputerowych. Praca inżynierska ma charakter projektowy i jej zadaniem jest stworzenie gotowego rozwiązania udostępnionego na zasadach Open Source.

2. Budowa interfejsu graficznego do oprogramowania przetwarzającego symulacje mikromagnetyczne

(praca inżynierska lub magisterska: Technologie Komputerowe i Aplikacje Internetu Rzeczy)

opiekun: dr Mateusz Zelent (mateusz.zelent@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur),

promotor: prof. dr hab. Maciej Krawczyk (krawczyk@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur).

Projekt ma na celu zdobycie doświadczenia w budowie dynamicznych, nowoczesnych i responsywnych stron internetowych z wykorzystaniem najnowszych wersji języków Python, CSS, JS oraz frameworków Vue.js, React, Angular, Bootstrap (do wyboru). Zadanie polega na wykonaniu części frontendowej aplikacji służącej do przetwarzania wyników symulacji mikromagnetycznych i zarządzania nimi.

W czasie realizacji badań student nauczy się przetwarzać dane oraz prezentować ich wyniki przy wykorzystaniu języka Python i innych popularnych języków technologii webowych. Ponadto, student poprawi swoją wiedzę z magnetyzmu oraz będzie miał możliwość pracować w międzynarodowym środowisku.

3. Badanie dynamiki dwóch sprzężonych momentów magnetycznych

(praca inżynierska, kierunek: Fizyka, Technologie Komputerowe)

promotor: dr hab. Jarosław W. Kłos, prof. UAM (klos@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanomateriałów)

Celem pracy licencjackiej będzie przeprowadzenie badań analitycznych i symulacyjnych dynamiki dwóch oddziałujących klasycznie (czyli dipolowo) momentów magnetycznych, umieszczonych w jednorodnym polu magnetycznym. Badania będą podzielone na dwa etapy: (i) wyznaczenie równowagowej konfiguracji momentów magnetycznych dla zadanego kierunku i wartości zewnętrznego pola magnetycznego, (ii) wyznaczenie modów własnych dla małych wychyleń momentów magnetycznych z położenia równowagi.

4. Generacja dwuwymiarowych struktury kwazikrystalicznych przy wykorzystaniu obrazu interferencyjnego.

(praca licencjacka/inżynierska, kierunek: Fizyka, Fizyka Medyczna, Technologie Komputerowe)

promotor: prof. dr hab. M. Krawczyk (krawczyk@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur)

W ramach pracy licencjackiej proponuję opracowanie kodu w wybranym języku programowania (w Pythonie lub C++) do generacji dwuwymiarowych struktur kwazikrystalicznych na bazie interferencji fal pochodzących z punktowych źródeł. Opracowane oprogramowanie może być dalej rozwijane do projektowania układów skupiających różnego typu fale, w tym elastyczne czy spinowe pod kątem ich możliwego zastosowania do projektowania czujników czy fizycznych realizacji sieci neuromorficznych. Możliwość dalszego rozwoju w ramach pracy magisterskiej.

Literatura: L. Del Negro and S. V. Boriskina, *Deterministic aperiodic nanostructures for photonics and plasmonics applications*, Laser & Photonics Review 6, 178 (2012):
https://www.researchgate.net/publication/228030749_Deterministic_aperiodic_nanostructures_for_photonics_and_plasmonics_applications

5. Meta-powierzchnie dla fal spinowych: badanie zmiany fazy i amplitudy fal spinowych na granicy pomiędzy dwoma ośrodkami magnetycznymi przy wykorzystaniu symulacji numerycznych

(praca licencjacka, kierunki: Fizyka, Technologie komputerowe)

opiekun: dr Paweł Gruszecki (pawel.gruszecki@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur)

promotor: prof. dr hab. Maciej Krawczyk (krawczyk@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur)

Celem projektu jest systematyczne zbadanie zmian amplitudy i fazy fal spinowych odbitych i załamanych na granicy pomiędzy dwoma ośrodkami magnetycznymi przy wykorzystaniu symulacji numerycznych (mumax3 – metoda różnic skończonych w dziedzinie czasu, lub Comsol Multiphysics – metoda elementów skończonych w dziedzinie czasu) wspartych prostymi modelami analitycznymi. Wyniki otrzymanych badań zostaną następnie wykorzystane do projektowania meta-soczewek dla fal spinowych.

W czasie realizacji badań student nauczy się wykonywać obliczenia w centrach obliczeniowych (wewnętrzne zasoby ZFN, Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe), przetwarzać dane oraz prezentować ich wyniki przy wykorzystaniu języka Python. Ponadto, student poprawi swoją wiedzę z magnetyzmu i optyki oraz będzie miał możliwość pracować w międzynarodowym środowisku.

6. Sztuczne lody spinowe na bazie kryształów magnonicznych – badanie różnych konfiguracji magnetyzacji powstających w procesie rozmagnesowania.

(praca licencjacka, kierunki: Fizyka, Technologie komputerowe)

promotor: prof. dr hab. Maciej Krawczyk (krawczyk@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur)

Celem projektu jest zbadanie nowego typu sztucznych lodów spinowych (ang. artificial spin-ice systems) w których, podobnie jak w zwykłym lodzie, występuje zdegenerowany stan podstawowy, przy czym w sztucznych lodach spinowych stan jest określony przez rozkład magnetyzacji w jednorodnie namagnesowanych ziarnach z materiału ferromagnetycznego. Jeśli dwie różne konfiguracje magnetyzacji mają taką samą energię i jest to najniższa energia układu przy zadanym statycznym polu zewnętrznym, to przy relaksacji układ znajduje się w stanie frustracji, tzn. przypadkowego wyboru lokalnej konfiguracji podstawowej. Takie układy magnetyczne są aktualnym tematem badawczym w wielu laboratoriach na świecie. Proponowany do badań układ stanowi szczególny typ dwu-wymiarowego kryształu magnonicznego, jak przedstawiony na rysunku, który nie był jeszcze badany pod kątem stworzenia sztucznego lodu spinowego.

Literatura: S. H. Skjoervo, et al., Advances in artificial spin ice, Nature Reviews Physics 2, 13 (2020): <https://www.nature.com/articles/s42254-019-0118-3>

7. Budowa aplikacji do zarządzania symulacjami mikromagnetycznymi uruchamianych na rozproszonych zasobach sprzętowych

(praca inżynierska lub magisterska: Technologie Komputerowe i Aplikacje Internetu Rzeczy)
opiekun: dr Mateusz Zelent (mateusz.zelent@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur),
promotor: prof. dr hab. Maciej Krawczyk (krawczyk@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur).

Projekt polega na napisaniu aplikacji w języku Python, Golang, C++ służącej kolejkowania symulacji mikromagnetycznych na wielu stacjach wyposażonych w karty graficzne GPU. Aplikacja powinna mieć możliwość monitorowania dostępnych zasobów sprzętowych (wolnych kart graficznych) i przydzielania zasobom odpowiednich zadań. Aplikacja powinna mieć podstawowy interfejs graficzny (np. przeglądarkowy) i składać się z części serwerowej i wykonawczej (peerów), synchronizujących ze sobą wyniki symulacji. Od studenta wymagana jest podstawowa znajomość systemów Linux, protokołu tcp/ip, ssh i sshfs. Student będzie miał możliwość wykorzystania zasobów Poznańskiego Centrum Superkomputerowo Sieciowego.

W czasie realizacji badań student nauczy się projektować i wdrażać rozproszone oprogramowanie. Będzie miał możliwość pracy z zaawansowanym sprzętem komputerowym i możliwość konfiguracji środowisk obliczeniowych. Rozwinie swoją wiedzę i doświadczenie z

zakresu technologii sieciowych i zarządzania systemami linux i Windows. Ponadto, student będzie miał możliwość pracować w międzynarodowym środowisku.

8. Emisja fal spinowych przez zlokalizowane fale spinowe

(praca licencjacka, kierunki: Fizyka, Technologie komputerowe)

opiekun: dr Paweł Gruszecki (pawel.gruszecki@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur)

promotor: prof. dr hab. Maciej Krawczyk (krawczyk@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur)

Celem projektu jest zbadanie nieliniowego wzbudzenia biegnących fal spinowych w cienkiej warstwie przez zlokalizowane fale spinowe. Student opracuje technikę wzbudzenia modów zlokalizowanych, np. propagujących wzdłuż ściany domenowej lub falowodu umiejscowionego nad cienką warstwą. Następnie student zbada możliwość nieliniowej emisji fal spinowych o podwojonej częstotliwości rozchodzących się w cienkiej warstwie. Badania te będą wykonane przy wykorzystaniu symulacji mikromagnetycznych (np. mumax3, lub boris). Wyniki niniejszych badań pomogą w opracowywaniu alternatywnych metod wzbudzenia ultra-krótkich fal spinowych.

W czasie realizacji badań student nauczy się wykonywać obliczenia w centrach obliczeniowych (wewnętrzne zasoby ZFN, Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe), przetwarzać dane oraz prezentować ich wyniki przy wykorzystaniu języka Python. Ponadto, student poprawi swoją wiedzę z magnetyzmu i optyki oraz będzie miał możliwość prowadzić badania w międzynarodowym środowisku.

Propozycje prac magisterskich

1. Opracowanie programu w języku C++ służącego do przetwarzania i wizualizowania trójwymiarowych danych wektorowych przy wykorzystaniu technologii CUDA.

Wpisany przez Jarosław Kłos

piątek, 06 listopada 2020 15:00 - Poprawiony piątek, 06 listopada 2020 15:15

(studia magisterskie, kierunek: Fizyka, Aplikacje Internetu Rzeczy)

opiekun: mgr. Mateusz Zelent (Zakład Fizyki Nanostruktur),

promotor: prof. dr hab. Maciej Krawczyk (krawczyk@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur).

Projekt ma na celu zdobycie znajomości i praktycznych umiejętności wykorzystania języka C++ wraz z wykorzystaniem technologii przetwarzania równoległego CUDA. Przedmiotem pracy będzie opracowanie oprogramowania i weryfikacja poprawności działania programu poprzez odtworzenie przykładowych danych literaturowych.

2. Bi-stabilne stany skyrmionowe w nanokropkach magnetycznych – modelowanie numeryczne.

(studia magisterskie, kierunek: Fizyka)

opiekun: dr. Mateusz Zelent (Zakład Fizyki Nanostruktur),

promotor: prof. dr hab. Maciej Krawczyk (krawczyk@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanomateriałów).

Celem projektu będzie prowadzenie badań o bi-stabilnych stanach skyrmionowych w heterogenicznych nanostrukturach ferromagnetycznych w formie nanokropek. Zadaniem magistranta będzie badanie wpływu parametrów materiałowych na proces stabilizacji i generacji bi-stabilnych stanów skyrmionowych w zależności od średnicy dysku, a także właściwości statycznych i dynamicznych skyrmionów wyindukowanych w dwuwymiarowej sieci nanokropek. Badania będą prowadzone przy wykorzystaniu ogólnie dostępnego oprogramowania mumax3 (<http://mumax.github.io/>) do symulacji mikromagnetycznych.

W czasie realizacji badań student nauczy się wykonywać obliczenia w centrach obliczeniowych (wewnętrzne zasoby ZFN, Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe), przetwarzać dane oraz prezentować ich wyniki przy wykorzystaniu języka Python. Ponadto, student poprawi swoją wiedzę z magnetyzmu oraz będzie miał możliwość prowadzić badania w międzynarodowym środowisku.

Wpisany przez Jarosław Kłos

piątek, 06 listopada 2020 15:00 - Poprawiony piątek, 06 listopada 2020 15:15

3. Badanie sprzężenia fal spinowych ze skyrmionami magnetycznymi.

(studia magisterskie, kierunek: Fizyka)

opiekun: dr Mateusz Zelent (Zakład Fizyki Nanomateriałów),

promotor: prof. dr hab. Maciej Krawczyk (krawczyk@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanomateriałów).

Celem projektu będzie prowadzenie badań dynamiki fal spinowych sprzężonych dipolowo ze skyrmionami magnetycznymi w nanokropkach magnetycznych. W projekcie przewidziano opracowanie techniki generacji fal spinowych za pomocą wzbudzenia skyrmionu, a także sytuacji odwrotnej w której propagujące fale spinowe będą wzbudzać drgania skyrmionów w nanokropkach. Zadaniem studenta będzie wykonywanie symulacji mikromagnetycznych i przetwarzanie wyników w języku Python. Badania będą prowadzone przy wykorzystaniu ogólnie dostępnego oprogramowania Mumax3 (<http://mumax.github.io/>) lub Boris (<https://www.Boris-spintronics.uk/>) do symulacji mikromagnetycznych.

W czasie realizacji badań student nauczy się wykonywać obliczenia w centrach obliczeniowych (wewnętrzne zasoby ZFN, Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe), przetwarzać dane oraz prezentować ich wyniki przy wykorzystaniu języka Python. Ponadto, student poprawi swoją wiedzę z magnetyzmu oraz będzie miał możliwość prowadzić badania w międzynarodowym środowisku.

4. Symulacja transmisji pakietu fal spinowych przez barierę

(praca magisterska, kierunek: Fizyka, AIR)

opiekun: mgr Szymon Mieszczak (Zakład Fizyki Nanomateriałów)

promotor: dr hab. Jarosław W. Kłos, prof. UAM (klos@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanomateriałów)

Tematem pracy magisterskiej będą symulacje numeryczne zjawiska tunelowania dipolowej fali spinowej przez barierę wytworzoną w cienkiej warstwie magnetycznej przez przerwanie ciągłości materiału magnetycznego. Badania będą rozszerzeniem pracy dotyczącej tunelowania wymiennych fal spinowych: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-35761-1>

5. Badanie topologicznych stanów powierzchniowych dla fal spinowych w sztucznych antyferromagnetykach

(praca magisterska, kierunek: Fizyka, AIR)

opiekun: mgr Szymon Mieszczak (Zakład Fizyki Nanomateriałów)

promotor: dr hab. Jarosław W. Kłos, prof. UAM (klos@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanomateriałów)

Nanoelementy magnetyczne z tzw. magnetyczną anizotropią kształtu (paski, elipsoidy) mogą być sprzężone w podobny sposób jak makroskopowe magnesy. W szczególnym przypadku namagnesowanie nanoelementów może być antyrównoległe, tak jak w przypadku magnetycznych atomów w antyferromagnetykach. Celem projektu będzie badanie dynamiki fal spinowych w skończonych łańcuchach antyferromagnetycznie sprzężonych nanoelementów i określenie warunków istnienia topologicznych stanów powłoczeniowych, dla których amplituda fali spinowej jest skoncentrowana na końcach łańcucha.

6. Badanie widma fal spinowych w wielowarstwach o silnej prostopadłej anizotropii magnetokrystalicznej namagnesowanych z periodyczną strukturą domenową

(praca magisterska, kierunki: Fizyka, Aplikacje Internetu Rzeczy)

opiekun: dr Paweł Gruszecki (pawel.gruszecki@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur)

promotor: prof. dr hab. Maciej Krawczyk (krawczyk@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur)

Celem projektu jest opisanie wpływu konfiguracji magnetycznej na dynamikę fal spinowych w cienkich warstwach z silną anizotropią prostopadłą. Badania będą skoncentrowane na analizie dyspersji fal spinowych w układach wielowarstwowych z regularną strukturą domenową, np. z magnetycznymi domenami paskowymi (ang. *magnetic stripe domains*). Podstawowym narzędziem magistranta będą obliczenia numeryczne z wykorzystaniem pakietów do symulacji mikromagnetycznych.

W czasie realizacji badań student nauczy się wykonywać obliczenia w centrach obliczeniowych (wewnętrzne zasoby ZFN, Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe), przetwarzać

dane oraz prezentować ich wyniki przy wykorzystaniu języka Python. Ponadto, student poprawi swoją wiedzę z magnetyzmu oraz będzie miał możliwość prowadzić badania w międzynarodowym środowisku.

7. Emulator mikrokontrolera 8051

(praca magisterska, kierunki: Aplikacje Internetu Rzeczy)

promotor: dr hab. Sławomir Mamica, prof. UAM (mamica@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanomateriałów)

Celem pracy jest napisanie programu na komputery PC oraz urządzenia mobilne emulującego pracę mikrokontrolera 8051. Program nie musi zawierać asemblera (modułu dokonującego asemblacji). Wymagane jest natomiast, aby umożliwiał pracę na pliku wykonywalnym mikrokontrolera 8051 (HEX) i dokonywał jego de-aseblacji. W programie należy uwzględnić możliwość pracy ciągłej, krokowej oraz do zadanej linii. Ponadto, powinien on umożliwiać podgląd aktualnego stanu mikrokontrolera, tj. rejestrów, układów czasowo-licznikowych, pamięci RAM oraz ROM, systemu przerwań, stosu, itp. Język programowania: dowolny.

8. Fale spinowe w nanoukładach magnetycznych

(praca magisterska, kierunki: Fizyka)

promotor: dr hab. Sławomir Mamica, prof. UAM (mamica@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanomateriałów)

W nanoukładach magnetycznych współzawodnictwo oddziaływań krótko- i dalekozasięgowych prowadzi do szeregu egzotycznych konfiguracji magnetycznych, takich jak *vortexy* i *skyrmiony* w płaskich nanokropkach, czy też stanów bąbelkowych (

bubble states

) w układach 3D. Ich atrakcyjność wynika z bogactwa zjawisk fizycznych oraz potencjalnych zastosowań. Przykładowo, konfiguracja

vortexowa

może stanowić potencjalny bit informacji, może też być stosowana do generowania mikrofal oraz detekcji i pułapkowania nanocząstek magnetycznych. Na stabilność konfiguracji magnetycznej nanoukładu oraz proces jego przemagnesowania ogromny wpływ mają fale

spinowe.

Celem pracy będzie wyznaczenie widma fal spinowych w nanoukładach magnetycznych. W tej tematyce możliwe jest wykonanie badań w kilku różnych kierunkach, przykładowo:

- Wyznaczenie widma fal spinowych oraz określenie stabilności dla konfiguracji magnetycznych typu *vortex* z rdzeniem i/lub *anty-vortex*.
- Określenie wpływu defektów na stabilność konfiguracji magnetycznej.
- Badanie fal spinowych w układach 3D.

9. Drgania w sieciach skyrmionowych – badania oddziaływań pomiędzy topologicznymi stanami magnetyzacji.

Possibility of writing thesis in English: *Excitations in the skyrmion lattice – study of the interaction between the magnetic topological states.*

(praca magisterska, kierunki: Fizyka)

promotor: prof. dr hab. Maciej Krawczyk (krawczyk@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur)

Celem projektu jest zbadanie wpływu oddziaływań między sąsiednimi nanokropkami na fale rozchodzące się w układzie złożonym z sieci sprzężonych nanokropek ferromagnetycznych w różnych konfiguracjach magnetyzacji: w nasyceniu, w stanie wortexowym czy w stanie skyrmionowym (Rys.). W ramach prowadzonych badań będziemy poszukiwać sposobu na efektywną kontrolę biegnącej fali spinowej, pod kątem zastosowań do przesyłania sygnałów i ich kontroli. Badania będą prowadzone przy wykorzystaniu ogólnie dostępnego oprogramowania mumax3 (<https://mumax.github.io/>) do symulacji mikromagnetycznych lub rozwijanych modeli analitycznych. Badania prowadzone w ramach projektu Narodowego Centrum Nauki, projekt SHENG realizowany we współpracy z uniwersytetem z Hong Kongu. Wyniki prowadzonych badań posłużą do przygotowania publikacji naukowej.

10. Generacja i badanie stabilności magnetycznych solitonów w przestrzeni trójwymiarowej – hopfiony.

Possibility of writing thesis in English: *Generation and study of the stabilization of 3D magnetic*

Wpisany przez Jarosław Kłos

piątek, 06 listopada 2020 15:00 - Poprawiony piątek, 06 listopada 2020 15:15

solitons – hopfions.

(praca magisterska, kierunki: Fizyka)

promotor: prof. Maciej Krawczyk (krawczyk@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanostruktur)

Celem projektu jest opracowanie warunków stabilizacji złożonych topologicznie chronionych tekstur magnetyzacji, tzw. hopfionów w nanodrutach ferromagnetycznych o kształcie cylindrycznych. Badany będzie wpływ symetrycznych i antysymetrycznych oddziaływań wymiennych na ich stabilizację przy wykorzystaniu ogólnie dostępnego oprogramowania mumax3 (<https://mumax.github.io/>) do symulacji mikromagnetycznych i rozwijanych modeli analitycznych. Badania prowadzone we współpracy międzynarodowej z uniwersytetem UPV-EHU z San Sebastian w Hiszpanii. Wyniki prowadzonych badań posłużą do przygotowania publikacji naukowej.

Literatura: *Börge Göbel, Collins Ashu Akosa, Gen Tatara, and Ingrid Mertig, Topological Hall signatures of magnetic hopfions, Phys. Rev. Research 2, 013315 (2020):* <https://journals.aps.org/prresearch/abstract/10.1103/PhysRevResearch.2.013315>

11. Czasoprzestrzenne metapowierzchnie dla fal spinowych

(praca magisterska, kierunki: Fizyka, Aplikacje Internetu Rzeczy)

opiekun: dr Paweł Gruszecki (pawel.gruszecki@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanomateriałów)

promotor: prof. dr hab. Maciej Krawczyk (krawczyk@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanomateriałów)

Celem projektu jest zbadanie rozpraszania fal spinowych na dynamicznych teksturach magnetycznych, które zależą zarówno od czasu jak i położenia. Takie dynamiczne tekstury mogą pełnić rolę czasoprzestrzennej metapowierzchni. Wyniki tych badań mogą zostać wykorzystane do projektowania nowej klasy wielofunkcyjnych układów magnonicznych które mogą pełnić rolę metasoczewek, cyrkulatorów, diod (izolatorów) dla fal spinowych. Podstawowym narzędziem magistranta będą obliczenia numeryczne z wykorzystaniem pakietów do symulacji mikromagnetycznych (Mumax3 lub Boris (<https://www.Boris-spintronics.uk/>)).

W czasie realizacji badań student nauczy się wykonywać obliczenia w centrach obliczeniowych

(wewnętrzne zasoby ZFN, Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe), przetwarzać dane oraz prezentować ich wyniki przy wykorzystaniu języka Python. Ponadto, student poprawi swoją wiedzę z magnetyzmu i optyki oraz będzie miał możliwość prowadzić badania w międzynarodowym środowisku.

12. Magnoniczne kryształy czasoprzestrzenne

(praca magisterska, kierunki: Fizyka, Aplikacje Internetu Rzeczy)

opiekun: dr Paweł Gruszecki (pawel.gruszecki@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanomateriałów)

promotor: prof. dr hab. Maciej Krawczyk (krawczyk@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanomateriałów)

W 2012 roku została zaproponowana koncepcja tzw. kryształów czasowych czyli układów o parametrach materiałowych zmieniających się w sposób periodyczny nie w przestrzeni, ale w czasie. Układy łączące złamanie symetrii w czasie i w przestrzeni określane są mianem kryształów czasoprzestrzennych. Wstępne wyniki naszych badań pokazały, że fale spinowe nie tylko odczuwają wpływ niejednorodności ośrodka w którym propagują (np. tekstury magnetycznej) ale również mogą ją modyfikować. Co ciekawe, w szczególnych warunkach (min. przy wysokich amplitudach) fale spinowe mogą doprowadzić do złamania symetrii i w konsekwencji do transformacji układu o jednorodnej teksturze magnetycznej w kryształ czasoprzestrzenny, tzn. teksturę magnetyczną, która jest periodyczna zarówno w czasie jak i przestrzeni.

Celem projektu jest zbadanie formowania prostego jednowymiarowego magnonicznego kryształu czasoprzestrzennego w wąskim jednomodowym ferromagnetycznym falowodzie. Podstawowym narzędziem magistranta będą obliczenia numeryczne z wykorzystaniem pakietów do symulacji mikromagnetycznych (Mumax3 lub Boris (<https://www.Boris-spintronics.uk/>)).

W czasie realizacji badań student nauczy się wykonywać obliczenia w centrach obliczeniowych (wewnętrzne zasoby ZFN, Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe), przetwarzać dane oraz prezentować ich wyniki przy wykorzystaniu języka Python. Ponadto, student poprawi swoją wiedzę z magnetyzmu oraz będzie miał możliwość prowadzić badania w międzynarodowym środowisku.

13. Rekonfigurowalne meta-powierzchnie i meta-siatki dyfrakcyjne w zakresie fal terahercowych

(studia licencjackie lub magisterskie, kierunek: Fizyka)

promotor: dr hab. Andriy Serebryannikov, prof. UAM (andser@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanomateriałów).

Celem projektu jest teoretyczne zbadanie i zaprojektowanie meta-powierzchni i meta-siatek dyfrakcyjnych dla fal elektromagnetycznych z zakresu THz-ów, które zawierają elementy wykonane z materiałów przestrajalnych. Będą brane pod uwagę materiały przestrajalne termicznie i elektrycznie, takie jak InSb, VO₂ czy grafen. Ogólna koncepcja pracy opiera się na znalezieniu połączenia pomiędzy przejściem z fazy metalowej do fazy izolatora wykorzystanego materiału a zmianą jednej funkcjonalności projektowanego układu na drugą. Pod uwagę będą brane zarówno meta-powierzchnie periodyczne, jak i gradientowe, z podstawowymi funkcjami obejmującymi, ale nie ograniczonymi, do zmian polaryzacji i zmiany kierunku odbitych fal. Teoretyczne badania będą obejmowały zmiany parametrów meta-powierzchni i meta-siatek dyfrakcyjnych.

Spodziewamy się, iż uzyskane wyniki będą wykorzystane jako część publikacji naukowej.

14. Metody optyki transformacyjnej w konstrukcji meta-powierzchni

(studia magisterskie, kierunek: Fizyka)

promotor: dr hab. Andriy Serebryannikov, prof. UAM (andser@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanomateriałów).

Optyka transformacyjna (TO) to niedawno wprowadzona metoda projektowania materiałów optycznych, która pozwala znaleźć wymagany rozkład przestrzenny parametrów materiałowych, np. stałej dielektrycznej, tak by uzyskać pożądany rozkład pola elektromagnetycznego. Proponowane zadania obejmują (i) opracowanie podstaw teoretycznych TO z uwzględnieniem specyficznych wymagań wynikających z danej funkcjonalności meta-powierzchni oraz (ii) oparte na TO projektowanie indywidualnych rezonatorów i meta-powierzchni mikrofalowych. Wspomniane komponenty rezonansowe są głównymi elementami umożliwiającymi odpowiednią funkcjonalność meta-powierzchni. Z tej perspektywy, szczególne znaczenie dla dalszych badań

ma projektowanie rezonatorów o pożądanym właściwościach do praktycznych zastosowań w nowoczesnych systemach komunikacyjnych. W centrum uwagi będzie wykorzystanie różnych rezonatorów zaprojektowanych w oparciu o TO na jednej meta-powierzchni z wzmocnionym lub osłabionym sprzężeniem między sąsiednimi rezonatorami. Projekt będzie realizowany metodami analitycznymi połączonymi z symulacjami numerycznymi prowadzonymi z wykorzystaniem komercyjnego oprogramowania. Spodziewamy się, iż uzyskane wyniki będą wykorzystane jako część publikacji naukowej.

15. Własności sprężyste polimerów strukturyzowanych grafenem

(studia magisterskie, kierunek: Fizyka)

promotor: prof. dr hab Bogusław Mróz (bmroz@amu.edu.pl , Zakład Fizyki Nanomateriałów)

Celem projektu jest zbadanie przy użyciu spektroskopii Brillouina własności sprężystych polimerów strukturyzowanych uporządkowanym grafenem. Ze względu na unikalnie dużą wytrzymałość na rozciąganie, duże przewodnictwo elektryczne i ciepłe grafen jest idealnym składnikiem do budowy ciekawych metamateriałów. Dodatkowo w projekcie stosowana będzie spektroskopia Ramana (identyfikacja ilości i uporządkowania warstw grafenowych)