

W materiałach magnetycznych, z powodu występowania oddziaływań pomiędzy momentami magnetycznymi, możliwe jest koherentne rozchodzenie się precesyjnych zaburzeń namagnesowania w postaci *fal spinowych*. Fale spinowe, podobnie jak innego typu wzbudzenia (fale elektromagnetyczne, fale elastyczne), mogą przenosić energię i informację. Fale spinowe są podstawowym przedmiotem badań w *magnonice*. Głównymi atutami tej dziedziny w technologii przetwarzania i przesyłania sygnałów w formie fal spinowych są: (i) łatwość wywołania efektów nieliniowych (koniecznych w wielu zadaniach związanych z przetwarzaniem sygnałów), (ii) anizotropia propagacji i (iii) obecność efektów nieodwracalności przepływu fal spinowych umożliwiającą konstruowanie cyrkulatorów i izolatorów. Podstawową charakterystyką własności dynamicznych układu operującego na koherentnych wzbudzeniach (tzn. sygnałach w postaci fal) jest relacja dyspersyjna określająca zależność pomiędzy częstotliwością fali i jej długością. Pozwala ona wyznaczyć szereg dalszych dynamicznych własności takich jak: obszary przerw częstotliwościowych (wyznaczające zakresy częstotliwości fal, które nie mogą rozchodzić się w układzie), prędkość grupową i fazową. Jedną z podstawowych metod modyfikacji zależności dyspersyjnej jest wprowadzenie modulacji jego parametrów materiałowych periodycznej w przestrzeni, czyli wytworzenie sztucznego kryształu. Przy odpowiednim doborze parametrów pozwala to na otwieranie lub zamykanie przerw pasmowych. W przypadku materiałów magnetycznych układy takie nazywane są kryształami magnonicznymi. Co ciekawe, poza zmianami parametrów materiałowych, w układach magnetycznych można również modulować konfiguracją magnetyczną, której zaburzeniami są właśnie fale spinowe. Poprzez zastosowanie periodycznej tekstury momentów magnetycznych można otrzymać powtarzającą się w przestrzeni strukturę domen magnetycznych, dla których występują *magnoniczne* przerwy pasmowe.

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 przestrzennie. Co więcej, dynamika fal spinowych jest następnie zmodyfikowana poprzez obecność tej wyindukowanej periodyczności. **Zasadniczym celem niniejszego projektu jest szczegółowe zbadanie właściwości niejednorodnych tekstur magnetycznych w kontekście ich wykorzystania jako ośrodków do propagacji fal spinowych. Projekt skupi się szczególnie na dynamice fal spinowych w teksturach charakteryzujących się zarówno periodycznością w przestrzeni jak i periodycznością zarówno w przestrzeni jak i w czasie.**

W projekcie zamierzamy badać teoretycznie fale spinowe w układach jedno- i wielowarstwowych na bazie ferromagnetyk/metal ciężki (przykładowo Co/Pt i Co/Pd), które charakteryzują się dużą magnetyczną anizotropią prostopadłą oraz antysymetrycznym oddziaływaniem wymiennym (DMI). Ciekawą właściwością tego typu układów jest możliwość stabilizacji skomplikowanych tekstur magnetycznych. Ponadto, będą przeprowadzone nowatorskie badania mające na celu zrozumienie mechanizmów stabilizacji magnonicznych kryształów czasoprzestrzennych (tekstur magnonicznych charakteryzujących się powtarzalnością w przestrzeni i w czasie) oraz ich wpływu na propagację fal spinowych w tego typu ośrodkach. Tego typu układy nie były nigdy do tej pory badane. Przeprowadzone przez nas badania poszerzą wiedzę na temat aktywnych/dynamicznych układów magnonicznych, w których konfiguracja magnetyczna (np. struktura domenowa), a więc i dyspersja fal spinowych, mogą być kontrolowane zewnętrznym polem magnetycznym. Ponadto, badania te obejmą nową klasę układów do tej pory nie zbadanych (magnonicznych kryształów czasoprzestrzennych). **Badania te otwierają nową drogę w rozwoju zarówno magnoniki jak i poszerzenia znajomości nieliniowych efektów falowych co może przyczynić się do zastosowania układów magnonicznych w systemach do przetwarzania oraz do komunikacji i ukierunkowywania sygnałów wysokiej częstotliwości (w zakresie od ułamków GHz do setek GHz).**