

Teoria układów dynamicznych jest szeroko wykorzystywana w wielu dziedzinach współczesnej nauki. Jej metody i narzędzia stosowane są nie tylko do rozwiązywania problemów technicznych, ale również w analizie takich zjawisk, jak zmiany klimatyczne, zachowania rynków finansowych, czy procesy zachodzące w ludzkim mózgu. Naukowcy zajmujący się dynamiką są szczególnie zainteresowani sieciami sprzężonych układów – rodzajem globalnej struktury, w ramach której wiele mniejszych elementów (potocznie zwanych oscylatorami, lub węzłami) jest ze sobą połączonych i może wymieniać konkretny rodzaj informacji.

Podczas rozważania wspomnianych sieci, można się spodziewać dwóch typowych odpowiedzi układu, które są dobrze znane od wielu lat. Pierwszą z nich jest zjawisko synchronizacji, które zachodzi wtedy, gdy połączenia pomiędzy jednostkami tworzącymi sieć są odpowiednio silne. Zjawisko to charakteryzuje się wspólnym, regularnym ruchem wszystkich węzłów i można je odnaleźć powszechnie w naturze (np. klucze lecących ptaków). Z drugiej strony, kiedy sprzężenie jest słabe, można zaobserwować zachowania nieregularne (stan desynchronizacji) i ruchy chaotyczne, mające nieprzewidywalny charakter i zazwyczaj trudne do określenia. Słynny efekt motyla opisany przez Lorenza jest doskonałym przykładem tego, jak złożona i piękna może być przyroda.

Mniej niż dwie dekady temu, w 2002 roku odnotowano rodzaj stanu hybrydowego, charakteryzującego się koegzystencją dwóch zjawisk opisanych wyżej – tzw. stan chimeryczny. Chimery występują, gdy grupa oscylatorów tworzących sieć zachowuje się koherentnie (ich dynamika jest kolektywna), zaś reszta jednostek porusza się nieregularnie, tworząc domenę inkoherentną (chaotyczną). Szczególnie interesujące jest to, że oba typy wzorców są obecne w strukturze sieci, a ich pojawienie się jest spontaniczne.

Celem projektu badawczego jest studium tych intrygujących, chimerycznych tworów w sieciach oscylatorów z ruchomym podparciem. Większość badań do tej pory skoncentrowana była na sprzężonych węzłach, w których jedynie połączenia pomiędzy jednostkami miały wpływ na występowania i charakter obserwowanych stanów. W przeciwieństwie do tego, obecny projekt podejmuje badania nad bardziej złożonymi modelami, w których informacja (energia) może być przekazywana również poprzez wspólną jednostkę centralną (tzw. węzeł centralny), który jest globalnie sprzężony z każdym pojedynczym oscylatorem. Tego rodzaju układy można łatwo zilustrować jako modele wielu wahadeł fizycznych zawieszonych na oscylującej platformie, gdzie wbudowane mechanizmy (np. mechanizm wychwytowy z klasycznych metronomów) i siły bezwładności indukują ruch. Ponieważ chimery nie były wcześniej studiowane w podobnych systemach, waga projektu badawczego jest istotna z punktu widzenia lepszego zrozumienia badanego zjawiska w ogólności.

Podczas badań w ramach projektu przebadane zostanie istnienie i charakter stanów chimerycznych i chimero-podobnych w sieciach z ruchomym podparciem. Wpływ podparcia, w szczególności jego parametry i typ zostaną przebadane, co umożliwi opisanie relacji pomiędzy jego obecnością, a występowaniem dynamiki chimerycznej. Poza tym, przeprowadzone zostanie klasyczne studium pozostałych parametrów układu, umożliwiające określenie obszarów koegzystencji chimery oraz ich właściwości. Przeanalizowany zostanie również zmienny rozmiar sieci, co pozwoli na odszukanie potencjalnych innych zjawisk, mogących wystąpić w rozważanych modelach. To ostatnie jeszcze szczególnie interesujące, gdyż umożliwi odkrycie wielu innych wzorców dynamicznych, a nawet ich eksperymentalne potwierdzenie (sieci o małym rozmiarze, do kilku oscylatorów łącznie są możliwe do praktycznego zaprojektowania).

Badania przeprowadzone w ramach projektu pozwolą na określenie stopnia powszechności stanów chimerycznych w sieciach oscylatorów sprzężonych zarówno przez wewnętrzne powiązania, jak i jednostkę centralną. Należy się spodziewać, że własności podparcia, jak również pozostałe parametry systemu odgrywają kluczową rolę w występowaniu badanych zachowań. Co więcej, studium może umożliwić odkrycie nowych, interesujących konceptów, powiązanych ze stanami chimerycznymi, co zostało już potwierdzone we wstępnych wynikach. Kompleksowa analiza planowana w projekcie będzie skutkować nie tylko lepszym zrozumieniem stanów chimerycznych, ale także rozwojem dyscypliny dynamiki nieliniowej w ogólności, której to zastosowania można odnaleźć niemal wszędzie w nauce.