

Celem projektu jest badanie własności dynamicznych układów mechanicznych wykazujących złożone drgania samowzbudne, czyli podtrzymywane przez stałe w czasie źródło energii lub drgania parametryczne, w których istotną rolę odrywają zmienne w czasie pewne parametry układu. W badaniach tych będą również uwzględniane własności dynamiczne źródeł dostarczanej energii, takich jak różnego rodzaju napędy, w tym silniki elektryczne, np. prądu stałego. Badania dotyczą układów mechanicznych o skończonej liczbie stopni swobody i mechatronicznych, czyli układów mechanicznych z zaawansowanym sterowaniem, wykorzystującym elementy elektroniki i informatyki. W układach tego typu mogą wystąpić dotąd nie poznane scenariusze bifurkacyjne, czyli zmiany dynamiki dla powoli zmieniających się parametrów lub scenariusze te mogą okazać się istotne z punktu widzenia zastosowań w inżynierii mechanicznej lub mechatronice. Cele projektu dotyczą więc również wykrywania, analizy i sterowania złożonych i potencjalnie nieznanych procesów fizycznych i dynamiki bifurkacyjnej występującej tego typu układach, m.in. złożonych rezonansów, w tym rezonansów parametrycznych, synchronizacji, drgań regularnych i chaotycznych.

W ramach projektu realizowanych jest szereg powiązanych ze sobą zadań: 1) modele tarcia i rozwiązania numeryczne parametrycznych układów samowzbudnych; 2) układy wzbudzone parametrycznie z idealnymi i nieidealnymi źródłami energii; 3) układy parametryczne o nieidealnych źródłach energii i samowzbudne z tarcie suchym; 4) samowzbudne układy parametryczne o wielu stopniach swobody; 5) rezonanse parametryczne; 6) wzbudzone tarcie suchym drgania podwójnego wahadła przestrzennego; 7) bifurkacje i synchronizacja w łańcuchach oscylatorów wykonujących drgania obrotowo-postępowe typu utwierdzenie-poślizg; 8) wzbudzone tarcie suchym drgania w pojedynczych i sprzężonych oscylatorach mechanicznych; 9) modelowanie matematyczne i badania numeryczne dynamiki bifurkacyjnej układów z napędami i przenośnikami pasowymi; 10) wahadło fizyczne wymuszone okresowo. Badania dotyczą układów występujących lub modelujących zjawiska występujące w inżynierii mechanicznej i mechatronice. Polegają one na tworzeniu opisu matematycznego zjawisk fizycznych oraz specjalnych procedur pozwalających na otrzymanie ich rozwiązania numerycznego. W wielu przypadkach modele te są weryfikowane doświadczalnie, poprzez estymację parametrów modelu i dopasowanie rozwiązania równań modelu do danych eksperymentalnych, a następnie poprzez walidację modelu dla innych danych doświadczalnych. Odpowiedni model matematyczny pozwala następnie na lepsze zrozumienie i wyjaśnienie obserwowanych zjawisk lub wykrycie wcześniej nieznanymi zjawisk i następnie ich weryfikację doświadczalną. Szeroko wykorzystywane jest wcześniejsze doświadczenie wykonawców dotyczące m.in. badania i specjalnych modeli matematycznych układów z tarcie suchym i uderzeniami, rzeczywistymi oporami ruchu w łożyskach i oddziaływaniami magnetycznymi.

Tematyka projektu została podjęta ze względu na jej potencjalne walory poznawcze i czysto naukowe. W tego typu układach mogą występować zjawiska dynamiczne dotąd nieznanymi lub poznane słabo. Modelowanie matematyczne i metody rozwiązywania odpowiadających im równań w wielu przypadkach wymagają specjalnych opracowań. Dotyczy to szczególnie układów z tarcie suchym i uderzeniami. Ponadto badane układy i zjawiska dynamiczne mogą znaleźć potencjalne odpowiedniki i zastosowania w przemyśle. Znajomość dynamiki bifurkacyjnej konstrukcji mechanicznej lub układu mechatronicznego pozwala na takie ich zaprojektowanie, aby uniknąć niekorzystnych zjawisk. Znajomość modelu matematycznego pozwala przewidywać zachowania układów rzeczywistych w sposób znacznie szybszy i tańszy niż przy użyciu badań doświadczalnych. Model matematyczny umożliwia szybkie i prawidłowe projektowanie układów mechanicznych i mechatronicznych.

Najważniejsze spodziewane efekty projektu, to pełniejsze poznanie zjawisk dynamicznych występujących w układach mechanicznych i mechatronicznych, parametrycznych i samowzbudnych, z uwzględnieniem dynamiki źródła energii. Efektem projektu będą również oryginalne opisy matematyczne tego typu układów oraz odpowiadające im metody symulacji numerycznych.