

Streszczenie

Niniejsza praca podejmuje problem opisu i numerycznego badania efektów indukowanych wielowymiarowymi szumami α -stabilnym (szumami Lévy'ego) w układach fizycznych. Na poziomie pojedynczej cząstki, układy takie opisywane są przez równanie Langevina – stochastyczne równanie różniczkowe – w którym występuje α -stabilny szum Lévy'ego. Na poziomie zespołu cząstek równaniu Langevina odpowiada (ułamkowe) równanie Smoluchowskiego (Smoluchowskiego-Fokkera-Plancka), które opisuje ewolucję gęstości prawdopodobieństwa. Występujące w nim pochodne niecałkowitego rzędu (ułamkowe) pojawiają się ze względu na szczególny rodzaj szumu w równaniu Langevina. Rodzaj szumu α -stabilnego i jego parametry determinują typ ułamkowego operatora różniczkowego w równaniu Smoluchowskiego.

W pracy zostały przeanalizowane dwa podstawowe rodzaje wielowymiarowych szumów α -stabilnych, zadanych poprzez dwie różne miary spektralne: jednorodną, ciągłą miarę spektralną, określoną na okręgu jednostkowym, oraz dyskretną miarę spektralną, zlokalizowaną na przecięciach okręgu jednostkowego z osiami układu współrzędnych. Taki wybór miar spektralnych, w przypadku cząstki swobodnej, prowadzi odpowiednio do izotropowych i kartezyjskich lotów Lévy'ego. Powyższe miary spektralne stanowią dwa najprostsze przypadki, posiadające zwartą analityczną postać równania Smoluchowskiego, jednocześnie są wystarczające do zademonstrowania wielu efektów wywołanych szumami α -stabilnymi. Przeprowadzona analiza zjawisk indukowanych szumami, oparta na metodach Monte Carlo, obejmowała zagadnienia (i) ucieczki cząstki swobodnej z ograniczonych obszarów, (ii) istnienia stanów stacjonarnych w dwuwymiarowych studniach potencjału, (iii) aktywacji rezonansowej w dwu- i trójwymiarowych dychotomicznie fluktuujących potencjałach oraz (iv) rezonansu stochastycznego w dwuwymiarowej, dwudołkowej studni potencjału.

Niniejsza praca pokazuje, że efekty wywołane szumami α -stabilnymi, występujące w układach jednowymiarowych mogą być obserwowane również w układach o większej liczbie wymiarów. Pokazano również, że techniki i miary stosowane do opisu i badania efektów wywołanych szumami w układach jednowymiarowych mogą być skutecznie rozszerzone i zastosowane w układach wielowymiarowych.