

Pytanie o stabilność jest istotną kwestią w badaniu dynamiki ciał niebieskich. Przykładem jest nasz układ słoneczny. Planety poruszają się po swoich trajektoriach wokół Słońca, ale czy będzie tak zawsze? Czy drobna perturbacja układu, na przykład pod wpływem przelatującego w naszym pobliżu obiektu, jest w stanie wytrącić nasz układ z równowagi?

W 1964 roku, Vladimir Igorevich Arnold, jeden z ojców nowoczesnej teorii układów dynamicznych, opublikował pracę zawierającą intrygujący przykład. Omawiany w nim problem był stabilny (w języku mechaniki klasycznej, był w pełni całkowalny). Dla takich systemów wiadomo, że nie mogą w sposób radykalny zmienić swojej struktury i stać się niestabilnymi pod wpływem drobnej perturbacji. Mimo to, w proponowanym przez Arnolda przykładzie sperturbowany system wykazywał oznaki niestabilności. Arnold udowodnił, że nawet przy najmniejszej perturbacji może w systemie dojść do zmiany energii dowolnie wielkich rozmiarów. Co więcej, zmiana energii zachowuje się w tym przykładzie w sposób chaotyczny.

Jaki jest tego związek z dynamiką ciał niebieskich? Otóż Arnold przedstawił hipotezę, że opisana w przykładzie dynamika z którą wiąże się chaotyczna zmiana energii (obecnie zwana dyfuzją Arnolda), powinna mieć miejsce w problemie n -ciał. Oznacza to, że zjawiska dyfuzji Arnolda powinny być obecne w naszym układzie słonecznym. Od ogłoszenia hipotezy minęło pół wieku. Po wszechnie przyjmuje się iż jest ona prawdziwa, natomiast do dziś nie została ona udowodniona.

Mimo braku ścisłego dowodu, istnieje wiele prac w których pokazane jest numerycznie iż mechanizm dyfuzji występuje w problemie n -ciał. Przykładem jest dyfuzja orbit w okolicach pasu asteroid pomiędzy Marsem a Jowiszem, bądź dyfuzja powiązana z punktami libracji pomiędzy Jowiszem a Słońcem. Mechanizm prowadzący do dyfuzji jest dobrze rozumiany. Istnieje szereg wyników (również autorstwa uczestników aplikacji o grant), które wyraźnie wskazują jakimi metodami można ją udowodnić. Problemem w ich zastosowaniu jest brak analitycznych rozwiązań równań opisujących dynamikę w problemie n -ciał.

W projekcie badawczym planujemy zastąpienie rozwiązań analitycznych ścisłymi, komputerowo wspieranymi obliczeniami. Na przestrzeni ostatnich dwudziestu lat obserwujemy dynamiczny rozwój komputerowo wspieranych dowodów w układach dynamicznych, w tym w problemie n -ciał. Za pomocą komputera, arytmetyki interwałowej, oraz topologicznych i geometrycznych twierdzeń, jesteśmy w stanie ściśle dowodzić liczne własności układów dynamicznych. Planujemy połączyć te narzędzia z opracowanymi przez nas mechanizmami prowadzącymi do dyfuzji.