

Układy otwarte

Przedmiotem badań niniejszego projektu są układy otwarte, głównie, ale nie tylko, pochodzące z termodynamiki ciągłej. Znaczna część dostępnych wyników matematycznych w tym zakresie dotyczy układów zamkniętych, co oznacza, że układ nie wymienia żadnej materii z otoczeniem lub nawet układów izolowanych, które nie wymieniają żadnej materii ani energii. My natomiast interesujemy się układami otwartymi, czyli takimi, które potrafią wymieniać energię i materię.

Jesteśmy przyzwyczajeni do opisu biomateriałów, w szczególności tkanek twardych i miękkich, które mają zdolność dostosowywania nie tylko swojego zewnętrznego kształtu, ale także wewnętrznej mikrostruktury do zmian środowiska. Modele matematyczne w biomatematyce, bardzo często oparte na (liniowym) równaniu transportu wprawdzie składają się z dość prostego równania, ale warunki brzegowe, które uzupełniają cały problem do układu otwartego, rodzą subtelne trudności.

Zupełnie inaczej przedstawia się sytuacja w badaniach termodynamiki kontinuum. Układ opisujący ewolucję przepływu wynika z fizycznego układu praw zachowania. Gdy wszystkie efekty ściśliwości przepływu i efekty termiczne są uwzględnione, to pracujemy ze złożonym układem nieliniowych równań różniczkowych cząstkowych. Przy przytłaczających trudnościach pojawiających się w przypadku układu Naviera-Stokesa-Fouriera, takich jak brak odpowiednich oszacowań i zwartości, najczęściej badanym przypadkiem, przynajmniej dla uproszczenia, jest wybór nieprzenikalnego brzegu.

Plan naszych badań obejmuje pytania o dobre postawienie słabych rozwiązań, ich właściwości jakościowe oraz analizę stochastycznie wymuszonych przepływów płynów.

Wreszcie, dogłębne zrozumienie zjawiska konwekcji pozwoli uzyskać nowe wyniki w bardziej znaczących zastosowaniach, takich jak dynamika wnętrza i atmosfer gwiazd i planet. Te problemy, dla kompletności rozważań, często muszą obejmować również efekty magnetyczne. Konwekcja odpowiada wówczas za hydromagnetyczny efekt dynama - generowanie pola magnetycznego ciał astrofizycznych.

Podsumowując, w rzeczywistych zastosowaniach warunki brzegowe mogą być dość skomplikowane i mieć znaczny wpływ na ruch płynu. Dla zrozumienia problemu fizycznego zaniedbanie tych zjawisk związanych z wpływem brzegu, jak założenie zawsze warunku nieprzenikalności, może być często zbyt poważnym uproszczeniem. Jedną z korzyści płynących z niniejszego projektu jest wskazanie związków między nowymi pytaniami matematycznymi a klasycznymi zagadnieniami teorii turbulencji.