Prof. dr hab. Andrzej Palczewski
Wydział Matematyki, Informatyki i Mechaniki
Instytut Matematyki Stosowanej i Mechaniki
Uniwersytet Warszawski

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr Małgorzaty Zdanowicz
pt. "Analiza matematyczna równań modelujących plazmę w silniku jonowym"

Rozprawa doktorska pani Małgorzaty Zdanowicz dotyczy problemów związanych z analizą równań opisujących plazmę w reaktywnym silniku plazmowym. Silniki te są używane od kilkudziesięciu lat i służą do sterowania (pozycjonowania) satelitów. W pracy pani Zdanowicz rozważany jest tzw. model płynowy plazmy występującej w takim silniku. Praca ma charakter matematyczny i dotyczy poprawności matematycznej modelu silnika plazmowego. Mówiąc dokładniej, w pracy przedstawione są pewne uproszczenia ogólnego modelu prowadzące do modelu, który został nazwany układem standardowym, a następnie do układy zredukowanego. Układ ten jest kwasiliniowym układem hiperbolicznym, w którym współczynniki oraz prawe strony równań zależą w sposób funkcjonalny od rozwiązania. Zasadnicza część rozprawy to dowody twierdzeń o istnieniu i jednoznaczności dla kwasiliniowego układu równań hiperbolicznych z funkcjonalną zależnością współczynników od rozwiązania. Rozpatrywany problem, chociaż jego źródłem jest model silnika Halla, jest znacznie ogólniejszy.

Rozprawa złożona jest z 5 rozdziałów. Rozdział 1 to opis silnika Halla oraz jego modelu matematycznego oraz przedstawienie uproszczeń modelu, które prowadzą do kwasiliniwego układu równań hiperbolicznych. Rozdziały 2 i 3 przedstawiają kolejno zagadnienie Cauchy'ego dla układu hiperbolicznego liniowego i kwasiliniowego. Formalnie rozdziały te zawierają materiał z monografii B. L. Rozhdesstvenskiego i N. N. Yanenki "Systems of Quasilinear Equations and Their Applications to Gas Dynamics". Każdy jednak, kto zna tę monografię, zauważa, że autorka rozprawy znacznie rozszerzyła materiał uzupełniając go o kompletne dowody przedstawionych twierdzeń.

Zasadnicze wyniki rozprawy są zawarte w rozdziałach 4 i 5. Rozdział 4 dotyczy dowodu istnienia i jednoznaczności lokalnego w czasie rozwiązania zagdnienia Cauchy'ego dla kwasiliniowego układu w dwóch zmiennych niezależnych z funkcjonalną zależnością współczynników od rozwiązania. Metoda dowodu powtarza klasyczne podejście stosowane przy dowodzie istnienia rozwiązania dla układu kwasiliniowego. Najpierw dokonuje się przedłużenia układu, a następnie stosuje metodę kolejnych przybliżeń wykorzystując wcześniej wykazane istnienie rozwiązań dla układu liniowego. Ostatnim krokiem dowodu jest pokazanie, że z ciągu kolejnych przybliżeń można wybrać podciąg zbieżny niemal jednostajnie.