

Становище

по дисертационния труд
„Теоретичен и числен анализ на диференчни схеми за уравнения на Бусинеск“
на Веселина Иванова Вучева,

представен за присъждане на образователната и научна степен „доктор“
в област на висше образование 4 Природни науки, математика и
информатика, професионално направление 4.5 Математика,
докторска програма „Математическо моделиране и приложение на
математиката“

изготвил становището: проф. д-р Наталия Тодорова Кольковска,
Институт по Математика и Информатика, БАН

Със заповед 34/31.01.2020 на Директора на Института по математика и информатика съм определена за член на Научно жури в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5 Математика, докторска програма „Математическо моделиране и приложение на математика“, за защита на редовния докторант Веселина Иванова Вучева.

Предадени са необходимите документи – дисертационен труд (100 стр.), автореферат (34 стр.), автобиография, 5 статии и други материали.

1. Дисертационният труд е посветен на построяването и изследването на диференчни схеми (ДС) за едномерните двойно-дисперсно уравнение („добро“ уравнение на Бусинеск, „парадигматично“ уравнение на Бусинеск) и за уравнението на Бусинеск от шести ред. Тези уравнения възникват в много математически модели на физически, механически и други процеси. За решаване им са предложени многочислени дискретни методи с различен ред на апроксимация, някои от които се базират на методите на крайните разлики и на метода на крайните елементи; други - на спектрални и псевдо-спектрални методи, трети- на предикторно-коректорни методи и т.н.. Важен клас от известните методи са консервативните диференчни схеми- методи, които запазват точно във времето дискретен аналог на енергията.

Точните решения на разглежданите в дисертацията задачи запазват и други величини освен енергията като масата и момента. Освен това преходът от всеки времеви момент към следващия представлява симплектично (Поасоново) преобразование относно фазовите координати на решението.

Основната цел на представените изследвания е построяването и изследването на нови диференчни схеми за разглежданите проблеми, запазващи дискретни аналози на масата и момента, както и построяване на симплектични схеми.

Първата глава от дисертацията е уводна, в нея са формулирани основните резултати, получени от дисертанта. Във втората глава са представени някои

необходими сведения, свързани с разглежданата проблематика: представяне на изходните уравнения като обобщени Хамилтонови (Поасонов) системи; основни идеи от теорията на симплектичните числени методи; твърдения от теорията на диференчните методи.

Основните научни и научно-приложни достижения на дисертанта са оформени в трета и четвърта глави – съответно за едномерното уравнение на Бусинеск от шести ред и за двойно-дисперсното уравнение.

В трета глава се предлагат четири ДС за уравнението на Бусинеск от шести ред, различаващи се основно по апроксимацията на нелинейния член в уравнението. Всичките схеми са с втори ред на локална апроксимация по пространствената стъпка h и времева стъпка τ .

Първите две схеми са консервативни, те запазват точно дискретна енергия (Теорема 28 и 30). Втората ДС, т.н. „факторизирана“ ДС, има по-слабо условие за устойчивост $\tau = O(h)$ в сравнение с първата схема, за която условието е $\tau = O(h^2)$; поради това числената ѝ реализация изисква по-малко компютърни ресурси. В Теорема 31 е доказана сходимостта с грешка $O(h^2 + \tau^2)$ на приближеното решение към точното в дискретните W^2_2 норма и равномерна норма при определени условия за ограниченост и гладкост на точното решение, както и при изискване за устойчивост на линейната задача, съответна на нелинейната.

Следващите две схеми за уравнението на Бусинеск от шести ред се базират на еквивалентното им представяне като обобщена Хамилтонова система. Първата схема запазва точно дискретната енергия (Теорема 34). Втората схема е симплектична и запазваща приближено с грешка $O(\tau^2)$ дискретната енергия (Теорема 37 и 38). И двете схеми запазват точно дискретната маса (Теорема 35 и 39).

В четвърта глава се разглежда двойно дисперсното уравнение на Бусинеск. Предложени са три ДС с втори ред на апроксимация и различна апроксимация на нелинейния член. Първата схема запазва точно симплектичността на трансформацията на дискретното решение от всеки слой по времето към следващия слой и приближено с грешка $O(h^2 + \tau^2)$ дискретната енергия и дискретния момент. Доказателствата са дадени в Теорема 42-44 съответно.

Втората схема запазва точно дискретния момент и приближено с грешка $O(h^2 + \tau^2)$ дискретната енергия (Теорема 45 и 46). Третата схема запазва точно дискретната енергия и приближено с грешка $O(h^2 + \tau^2)$ дискретния момент (Теорема 47 и 48).

За всички предложени схеми са представени съответни числени пресмятания върху характерни за проблематиката примери - точни решения от вида на бягащи вълни (солитони), както и взаимодействие на две бягащи една срещу друга вълни. Изследвана е сходимостта на приближеното решение към точното, както и запазването на дискретните инварианти на енергия, маса и момент за дълъг период от време. Получените числени резултати потвърждават теоретичните такива.

Цитираните литературни източници (49 на брой) показват, че дисертантът познава много добре теорията на диференчните и симплектични числени методи за решаване на нелинейни дисперсни уравнения.

Дисертацията е оформена много добре. Теоретичните и числени резултати, получени за различните диференчни схеми, са представени подробно и могат да бъдат проследени самостоятелно, без отправяне към подобни резултати за други схеми.

Веселина Вучева е предложила нови диференчни схеми за разглежданите задачи и умело е изследвала качествата им, преодолявайки технически трудности при доказателствата на теоремата за сходимост, както и при получаването на точните или приближени оценки за запазване на дискретните инварианти. Така в дисертацията са изследвани диференчни схеми, запазващи точно някои дискретни инварианти на маса, момент, енергия или симплектичност, а останалите инварианти са запазени приближено с $O(h^2+t^2)$ грешка.

2. Резултатите, получени в дисертацията, са публикувани както следва: една статия- в престижното списание „Advances in Difference Equations“ с импакт фактор $IF=1.510$ за 2018 г.; три публикации- в сборници с доклади от международни конференции с SJR (AIP CP, Procedia Engineering); последната пета публикация е приета в LNCS. Статиите са съвместни с научния ръководител, който декларира равностоен принос на дисертанта в тях.

Резултатите от дисертацията са докладвани на 8 международни конференции, проведени у нас и в чужбина. Не са представени цитати.

3. Авторефератът и авторската справка правилно отразяват съдържанието на дисертацията.

4. Личните ми впечатления от работата на Веселина Вучева са отлични. Тя се отнася много сериозно към работата си. Допълнително, през периода на докторантурата е участвала активно в четири проекта с Фонд „Научни изследвания и е била ръководител на проект по Програмата за подпомагане на млади учени и докторанти на БАН. Считаю, че Веселина Вучева притежава качества за самостоятелна научноизследователска работа в областта на математическото моделиране.

5. От казаното дотук заключавам, че в дисертационния труд на Веселина Вучева има достатъчно по количество и качество научни приноси. Напълно съм убедена, че Веселина Вучева отговаря на изискванията на ЗРАСБ, Правилника за прилагане на ЗРАСБ, Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности на Института по Математика и Информатика на БАН.

Поради това моето заключение по присъждането на образователната и научна степен „доктор“ на Веселина Иванова Вучева е строго положително.

Убедено предлагам на уважаемото Научно жури единодушно да присъди на Веселина Иванова Вучева образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование: 4 Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5 Математика, докторска програма „Математическо моделиране и приложение на математиката“.

29.04.2020 г.

проф. д-р Наталия Тодорова Кольковска