

# РЕЦЕНЗИЯ

на

дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен “Доктор” в област на висшето образование: 4. Природни науки, математика и информатика; професионално направление: 4.5. Математика; докторска програма: Математическо моделиране и приложение математиката

**Автор на дисертацията:** Веселина Иванова Вучева

**Тема на дисертацията:** *“Теоретичен и числен анализ на диференчни схеми за уравнения на Бусинеск”*

**Рецензент:** доц. дмн Миглена Николаева Колева,  
Русенски университет “Ангел Кънчев”

Основанието за изготвянето на настоящата рецензия е:

- Заповед № 34 от 31.01.2020 г. на директора на Института по Математика и Информатика, в която съм утвърдена за член на Научно жури във връзка с процедура за придобиване на образователната и научната степен „доктор“ по докторска програма “Математическо моделиране и приложение на математиката” в професионално направление 4.5 „Математика“ на Веселина Иванова Вучева с дисертация на тема “Теоретичен и числен анализ на диференчни схеми за уравнения на Бусинеск”, научен ръководител проф. д-р Наталия Кольковска.
- Протокол № 1/06.02.2020 г от първото заседание на Научното жури, в което съм избрана за рецензент.

## 1. Общо описание на дисертационния труд

Представен ми е комплект от материали, който е в съответствие с правилника за развитие на академични състав на ИМИ и включва следните материали и документи :

- Молба по образец до Директора на ИМИ - БАН за откриване на процедура;
- Дисертация;
- Автореферат;
- Справки за приносите на дисертационния труд;
- Списък на публикациите свързани с дисертацията;
- Копия на публикациите по темата на дисертационния труд;

- Творческа автобиография;
- Протоколи за издържани докторантски изпити;
- Заповед за зачисляване в докторантура;
- Заповед за отчисляване от докторантура;
- Заповед на Директора на ИМИ-БАН за провеждане на предварителна защита;
- Протокол от заседанието на звеното за предварителна защита;
- Заповед на Директора на ИМИ-БАН за определяне състава на Научното жури;
- Протокол от първото заседание на научното жури.

Дисертационният труд се състои от 101 страници, включително общо съдържание, апробация на резултатите, авторска справка за научните приноси, библиография и съдържа 17 фигури. Материалът е структуриран в увод и седем глави, като пета и седма глава съдържат съответно благодарности и декларация за оригиналност на резултатите. В библиографията са включени общо 49 литературни източника (48 на латиница и 1 на кирилица), като 5 от тях са статии по дисертацията.

Авторефератът се състои от 34 страници, съдържа 44 литературни източника и отразява правилно съдържанието, целите и приносите на дисертацията.

## **2. Кратки биографични данни за докторантката**

Веселина Вучева е получила своите бакалавърска и магистърска степени във Факултет по математика и информатика на Софийски университет „Св. Климент Охридски“. Дисертантката е бакалавър по специалността „Математика“ от 2009 г, а от 2012 г. притежава и магистърска степен по „Изчислителна математика и математическо моделиране“.

През 2016 г. е зачислена като редовен докторант към Секция Математическо моделиране и числен анализ, Институт по математика и информатика, БАН.

Владее английски език на много добро ниво.

Участва в три научни проекта, финансирани от Фонд „Научни изследвания“ и е ръководител на един проект по Програма за подпомагане на млади учени и докторанти.

Веселина Вучева е изнесла 9 доклада на специализирани научни конференции, като две от тях са в чужбина. Съавтор е в 6 публикации с SJR rank и 1 с импакт фактор.

## **3. Актуалност, цели и задачи на дисертацията**

Настоящият дисертационен труд е свързан с построяване и анализ на диференчни схеми за задача на Коши за уравнение на Бусинеск от четвърти (двойно дисперсно уравнение) и шести ред, които запазват свойствата на диференциалната задача и имат оптимална точност.

Тематиката е безспорно актуална, като се има предвид от една страна, широкото приложение на уравнението на Бусинеск при моделиране на реални процеси от динамика на флуидите, теория на кристали, оптика и др., а от друга, построяването на дискретизации, които в максимална степен запазват физичните свойства на решението на непрекъснатата задача.

В увода ясно са формулирани основните цели на дисертацията, а именно - конструиране на числени схеми за уравнение на Бусинеск от четвърти и шести ред, които запазват дискретните аналози на масата, момента, енергията и симплектичността; теоретично



изследване на построените дискретизации; числени резултати, сравняващи качествените характеристики на предложените схеми.

#### **4. Познание на състоянието на проблема**

Веселина Вучева показва добро познание на развитието и съвременното състояние на научните изследвания по проблема. В увода на дисертацията (Глава 1) и Глава 2 са дискутирани обстойно същността на разглежданите задачи, трудностите, които трябва да се преодолеят, известните в литературата техники и числени методи. Въз основа на това са формулирани целите и задачите на дисертационния труд. Използвана е съвременна научна литература, като повече от половината източници (като изключим тези по дисертацията) са от последното десетилетие.

#### **5. Методология на изследването**

Използвани са методи и резултати от области, като функционален анализ, числен анализ, числени методи за диференциални уравнения, теория на диференчните схеми.

Теоретичните резултати са потвърдени и допълнени с числени експерименти. Представено е и сравнение между качествените характеристики на различните схеми.

#### **6. Преглед на основните резултати и приноси в дисертацията**

Основните резултати в дисертацията са представени в Глава 3 и Глава 4.

В Глава 2 е показано съществуването на решението на уравненията на Бусинеск във вид на солитон. Получени са точни решения за двойно дисперсно уравнение (ДДУ) и уравнението на Бусинеск от шести ред (УБШР), при конкретни стойности на параметрите. Тези решения са използвани при числените експерименти като начални данни за УБШР, за определяне на грешката и реда на сходимост на приближените към точните решения.

Уравненията на Бусинеск са представени като обобщени хамилтонови системи. Показана е еквивалентност на непрекъснатата енергия и непрекъснатия хамилтониан.

Въведени са означения и са представени някои важни теореми, които са използвани в теоретичните изследвания в дисертацията.

В Глава 3 е разгледана задача на Коши за УБШР. Построени са четири диференчни схеми, направен е числен анализ, който включва изследвания за устойчивост, сходимост на дискретните решения, запазване на дискретната енергия и дискретната маса, запазване на симплектичната структура на дискретно ниво.

Доказано е, че първите две схеми запазват дискретната енергия и имат различни условия за устойчивост. Другите две схеми са построени на базата на представяне на УБШР във вид на обобщена хамилтонова система. Третата схема запазва точно дискретната енергия и маса, а четвъртата схема запазва симплектичната структура на дискретно ниво и дискретната маса.

Представени са резултати от редица числени експерименти, които потвърждават теоретичните резултати, сравнени са различните дискретизации по отношение на грешка, ред на сходимост, дискретни закони за запазване, изчислително време. Разгледани са примери за разпространение на единична вълна и взаимодействие на две вълни, движещи се в една и съща посока и в противоположни посоки; с една и съща скорост и с различни скорости.

Резултатите са публикувани в 4 статии с SJR rank.

В Глава 4 са построени три диференчни схеми за ДДУ. Дискретизациите са получени на базата на представяне на диференциалното уравнение във вид на обобщена хамилтонова система. Дефинирани са дискретен момент, дискретен хамилтониан, дискретна маса. За първата схема е доказано, че запазва симплектичността на потока на дискретно ниво, запазва точно дискретната маса и приближено дискретната енергия.

За другите две схеми е доказано, че запазват точно дискретната маса, като едната схема запазва точно дискретния момент и приближено дискретната енергия, а другата запазва точно дискретната енергия.

Представени са числени експерименти. Разгледани са примери за движение на единична вълна и взаимодействие на две вълни.

Резултатите са публикувани в 1 статия с импакт фактор.

Основните научни приноси в дисертационния труд са:

- *За уравнение на Бусинеск от шести ред (УБШР)*: конструиране на факторизирана диференчна схема (ФДС), която запазва точно дискретната енергия, има достатъчно условие за устойчивост  $\tau=(h)$  и за нея е доказана сходимост на дискретното решение към точното; построяване и изследване на симплектична диференчна схема, чието решение запазва точно дискретната маса и приближено дискретната енергия;
- *За уравнение на Бусинеск от четвърти ред (ДДУ)*: построяване на диференчна схема с втори ред на апроксимация и условие за устойчивост  $\tau=(h)$ , която запазва точно симплектичната структура дискретното решение и дискретната маса, и приближено дискретния момент; Построяване на диференчна схема с втори ред на апроксимация и условие за устойчивост  $\tau=(h)$ , която запазва точно дискретния момент и дискретната маса и приближени дискретната енергия;
- Редица подходящи експерименти, които потвърждават и допълват теоретичния анализ и илюстрират ефективността на построените схеми по отношение на техните качествени характеристики.

## 7. Публикации по дисертацията

Резултатите от дисертацията са публикувани в 5 статии, от които 4 са в издания с SJR ранг и 1 в научно списание с импакт фактор. Всички научни публикации са в съавторство с научния ръководител - проф. д-р Н. Кольковска. Изискванията в Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИМИ-БАН са удовлетворени.

Получените резултати са представени на 8 международни научни форума, като два от тях са в чужбина - Гърция и Австрия.

## 8. Критични бележки

В дисертацията е предложено цялостно числено изследване на задача на Коши за уравнение на Бусинеск от четвърти и шести ред – построяване на нови и адекватни дискретизации, теоретичен анализ и числени симулации.

Получените резултати са изложени ясно и прецизно.

Нямам съществени критични забележки.



## 9. Лични впечатления

Не познавам лично докторантката Веселина Вучева. Имам отлични впечатления от нейното представяне с доклади на научни конференции.

## 10. Заключение

Дисертационният труд съдържа нови и значими резултати, както в теоретичен, така и в научно-приложен аспект.

Представената дисертация отговаря на всички изисквания на Закона за развитието на академичния състав в Република България, както и на Правилника за неговото прилагане, Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН и Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИМИ-БАН.

Това ми дава основание убедено да препоръчам на Научното жури да гласува положително за присъждане на образователната и научната степен „Доктор“ на *Веселина Иванова Вучева* по докторската програма “Математическо моделиране и приложение на математиката” в професионално направление 4.5 „Математика“.

29.04.2020 г.

Подпис: