

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд на тема

„ИНТУИЦИОНИСТКИ РАЗМИТИ МНОЖЕСТВА С ФУНКЦИИ НА ПРИНАДЛЕЖНОСТ И НЕПРИНАДЛЕЖНОСТ В МЕТРИЧНА РЕЛАЦИЯ”

с автор Петър Младенов Василев

научен ръководител: чл.-кор. проф. дтн дмн Красимир Атанасов

за придобиване на образователна и научна степен „доктор”

професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки“

Научна специалност: 01.01.12 Информатика

Рецензент: проф. дтн инж. Кети Георгиева Пеева

ФПМИ при ТУ - София

Представените материали съдържат:

1. Дисертационен труд.
2. Автореферат на дисертацията.
3. Папка с лични документи, съдържаща:
 - Автобиография европейски образец.
 - Копие от диплома за завършена магистърска степен.
 - Заповед за зачисляване в докторантура.
 - Протоколи за положени изпити по индивидуален докторантски план.
 - Заповед за предварително разглеждане на дисертационния труд и протокол от разширено заседание на секция „Биоинформатика и математическо моделиране“.
 - Копия на публикациите по дисертационния труд.
 - Списък на цитиранията.

I. Общи данни

Петър Младенов Василев е роден през 1981 г.

Образование и професионално развитие. **Петър Младенов Василев** завършва висше образование ОКС магистър през 2009 г. в ТУ-София, Факултет по приложна математика и информатика.

Професионално развитие: специалист по „Биоинформатика“ в ЦЛБМИ (2005-2009) и преводач (2006-2008)

Петър Младенов Василев е зачислен в редовна докторантура по държавна поръчка в ЦЛБМИ към БАН на 1.1.2010 г. със заповед № 226/28.12.2009 г. на Директора на ЦЛБМИ. Положил е отлично изпитите от докторантския минимум.

II. Дисертационен труд

Дисертационният труд е с обем 148 стандартни машинописни страници, структурирани в увод, три глави, заключение (съдържащо приносите на дисертационния труд), декларация за

оригиналност на резултатите, използвана литература от 123 заглавия, списък на авторските 9 публикации по дисертационния труд, списък на 7 фигури, списък на 8 таблици.

Дисертационният труд е добре структуриран, изложението е ясно.

1. Актуалност на проблема

Резултатите, получени в дисертацията, са в една нова област – интуиционистки размити множества (ИРМ), възникнала през 1983 г. и с основоположник - научният му ръководител. Темата на дисертационния труд е **актуална**, дисертационният труд на Петър Младенов Василев съответства на професионалното направление 4.6. “Информатика и компютърни науки” и получените резултати са с научни, научно-приложни и приложни приноси.

2. Познаване на постиженията в научната област

В дисертационния труд са използвани 111 литературни източника на английски език, 1 на немски език, 3 на руски език и 8 на български език. От тях 33 са монографии, 2 докторски дисертации, останалите са статии в списания и периодични издания. Около 60% от литературните източници са от последните 10 години, останалите са основополагащи в редица области на математиката. Прави впечатление добрата осведоменост на дисертанта за литературните източници както по темата, така и в областта на класическите: анализ, функционални уравнения, аналитични функции, функция на комплексна променлива, топология.

3. Цел и задачи на дисертационния труд

Целта на дисертационния труд е **да се изследва класът d -ИРМ(E) и връзката му с ИРМ(E)** при възможно най-малко ограничителни условия за метриката d .

За осъществяване на тази цел са поставени четири **задачи** пред докторанта:

1. Да се установи при какви условия за метриката d класовете d -ИРМ(E) и ИРМ(E) са изоморфни;
2. Да се изследват операторите $F_{\alpha,\beta}$ и $G_{\alpha,\beta}$ и да се въведат техни обобщени аналози за случая на p -ИРМ и d -ИРМ;
3. Да се намерят обобщени аналози на операторите необходимо и възможно за случая на p -ИРМ и d -ИРМ;
4. Да се намери теоретично, алгоритмично и софтуерно решение в среда на MATLAB на открит метричен проблем в ИРМ, формулиран в Atanassov, K. New ways for altering the intuitionistic fuzzy experts' estimations, Issues in Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets, Vol. 8, 2010, 24-29: експлицитна формула за p ; формула, трансформираща p -ИРМ в ИРМ; алгоритъм и софтуер за пресмятане на p и на коригираните оценки при входни данни с налични между тях несъстоятелни експертни оценки.

4. Съдържание и приноси на дисертационния труд

В дисертацията е предложен за първи път единен метричен подход в теория на ИРМ, който обединява в универсална схема всички известни случаи на ИРМ и на размити множества (РМ) и ги обяснява цялостно.

В **Увода** е дадена постановката на проблема, формулирана е целта на дисертационния труд и произтичащите от това задачи. Прави силно впечатление добрата осведоменост на дисертанта по ИРМ, функционален анализ, топология, метрики и норми, висша алгебра, логика и др. Направен е преглед по глави на дисертационния труд, което подпомага цялостното проследяване на резултатите в дисертацията.

Глава 1 е посветена на операторите $F_{\alpha,\beta}$ и $G_{\alpha,\beta}$. Освен дефиниции и сведения от теорията на интуиционистки размитите множества, тя съдържа оригинални резултати - сходимостта на обекти от класическия анализ за първи път получава своята интерпретация в теория на интуиционистки размитите множества. Формулирани са критерии за сходимост и разходимост на безкрайно числово произведение и безкраен числов ред в термините на ИРМ. Получените теоретични резултати са с научен принос и са публикувани в трудовете на три международни конференции [105], [106], [107].

Глава 2 е основна в дисертацията. В нея е изграден цялостен метричен подход към интуиционистки размити множества и към размити множества. Такъв подход досега не е предлаган в литературата. По естествен начин е въведена метрика в Декартово произведение на метрични пространства. Предложена е нова алтернативна гледна точка върху ИРМ и РМ, при която ИРМ и РМ зависят от произволна метрика, докато обичайните ИРМ и РМ са породени от метриката *МАНХАТЪН*. Въведени са d -ИРМ и d -РМ като естествено метрично разширение и обобщение на ИРМ и РМ съответно. Установени са резултати (Теорема 2.1 и Теорема 2.6), приложими за генериране на d -ИРМ и d -РМ. Специално внимание е отделено на метрики, породени от норми и на метрики породени от съгласувани субнорми, нормите от класовете: C_2 на всички съгласувани норми в R_2 и AC_2 на всички абсолютни съгласувани норми в R_2 , както и на техните свойства, касаещи изоморфизми, монотонност и т.н. Основният резултат на дисертацията е Теорема 2.11 (отговор на Задача 1), установяваща биекция между класовете d_φ -ИРМ(Е) и ИРМ(Е) при $\varphi \in AC_2$. Намерен е експлицитния вид на тази биекция. Метричната концепция за d -ИРМ води до ново разширение на ИРМ до p -ИРМ - интуиционистки размито множество от ред p . Изследвани са интерпретационните области на p -ИРМ, обобщените модални оператори необходимо и възможно над d_φ -ИРМ, обобщени аналози (отговор на Задачи 2, 3) $F_{\alpha,\beta}^p$ и $G_{\alpha,\beta}^p$ на операторите $F_{\alpha,\beta}$ и $G_{\alpha,\beta}$ съответно за p -ИРМ, връзката между всички по-горни класове. В термините на p -ИРМ са формулирани нови критерии за сходимост и разходимост на безкрайни редове и произведения, водещи до основните резултати (Теорема 2.17, 2.18, 2.19) за сходимост на оператора $F_{\alpha,\beta}^p$ към граничен такъв. Въведен и изследван е обобщеният оператор $G_{\alpha,\beta}^p$; действащ над елементите на класа p -ИРМ(Е) (отговор на Задача 2). Изследван е поточковият обобщен модален оператор $F_{\alpha(x),\beta(x)}^p$ върху крайни и безкрайни редици от функции. Формулирани и доказани основните теореми за сходимост (Теорема 2.19 и Теорема 2.20).

Посочените по-горе *приноси* в тази глава са теоретични и имат *научен характер*. Те са публикувани в международно списание [103] и в трудовете на четири международни конференции [107], [108], [113], [115].

Глава 3 е посветена изцяло на решаване на един открит проблем, формулиран от Кр. Атанасов (Atanassov, K. New ways for altering the intuitionistic fuzzy experts' estimations, Issues in Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets, Vol. 8, 2010, 24-29): да се намери най-малкото реално $p > 1$, трансформиращо множеството на всички несъстоятелни експертни оценки в съгласувани такива за p -ИРМ, както и формула, трансформираща това p -ИРМ в ИРМ. В глава 3 са предложени: експлицитна формула за p , формула за трансформиране на p -ИРМ в ИРМ и е дадено алгоритмично и софтуерно решение (в среда на MATLAB) за числено пресмятане на p при входни данни с налични между тях несъстоятелни експертни оценки, като за всяка трансформация се пресмятат съответните коригирани несъстоятелни оценки. За тази цел е анализирано показателното уравнение $a^p + b^p = 1$, което за целите на изследването е сведено до триномиално уравнение $z^n - \delta z - 1 = 0$ с единствено решение в $(0, 1)$. Получени са седем

представяния на решението на триномиалното уравнение, които дават седем различни експлицитни представяния във форма на безкрайни редове за единственото решение p на показателното уравнение (Теорема 3.3, Теорема 3.4 и Теорема 3.7). Тук интерес представлява и определянето на радиуса на сходимост на степенния ред, задаващ това решение. Получените теоретични резултати, обогатени и с необходимите изследвания за сходимост и оценки на подходящи редове, обосновават алгоритмичното и софтуерно решение на Задача 4.

Приносите в тази глава имат научен характер, научно-приложен и приложен характер.

Публикации на автора по тази глава: Резултатите са публикувани в международни списания [111], [112], глава в монография [85], както и в периодика в България [115].

Заклучението съдържа кратко описание на основните резултати, класификация на приносите на дисертационния труд – научни, научно-приложни и приложни, насоки за бъдещи изследвания.

5. Резултати, получени в дисертационната работа

След запознаване с дисертационния труд констатирам, че целта, формулирана на стр. 5 от дисертацията и на стр. 2 от автореферата: да се изследва класът d -ИРМ(E) и връзката му с ИРМ(E) при възможно най-малко ограничителни условия за метриката d , е постигната.

Получените в дисертационния труд резултати имат приноси, посочени на стр. 134 от дисертацията и на стр. 29 от автореферата и класифицирани според мен както следва:

Научни приноси:

- За първи път в научната литература в областта е предложен единен метричен подход в теория на ИРМ, който обединява в универсална схема всички известни случаи на ИРМ и на размити множества и ги обяснява цялостно;
- Дефинирани са фундаменталните обекти за d -ИРМ и p -ИРМ и са изследвани техните свойства;
- Установена е в експлицитен вид биекция между класовете d_φ -ИРМ(E) и ИРМ(E);
- Конструирани аналози на модалните оператори необходимо и възможно за класа d_φ -ИРМ(E) и са изследвани техните свойства;
- Предложени са обобщени аналози на операторите $F_{\alpha,\beta}$ и $G_{\alpha,\beta}$ и са изследвани техните свойства;
- Изследван е поточковият обобщен модален оператор $F_{\alpha(x),\beta(x)}^p$ върху крайни и безкрайни редици от функции;
- Аналитично е решено показателното уравнение $a^p + b^p = 1$, като е сведено до триномиално уравнение $z^n - \delta z - 1 = 0$ с единствено решение в $(0, 1)$. Получени са седем представяния на решението на $z^n - \delta z - 1 = 0$, които дават седем различни експлицитни представяния във форма на безкрайни редове за единственото решение p на показателното уравнение

Научно-приложни приноси:

- Получени са оценки за общия член и за остатъчния член на редове, обосноваващи решението на Задача 4.
- Предложен е алгоритъм за коригиране на несъстоятелни експертни оценки за получаване на p -ИРМ при най-малкото реално $p > 1$.

Приложни приноси:

- Създаден е код за решаване на Задача 4 в среда на MATLAB.

6. Публикации по дисертацията и цитиранията им

В списъка на публикациите по темата на дисертационния труд са посочени 9 статии, всички на английски език, от които 6 са самостоятелни (2 доклада на международни конференции, 2 статии в периодика в България и 2 статии в международни списания), останалите 3 статии са в съавторство. Това представяне ясно показва, че публикациите са лично дело на докторанта.

Цитирания: Три от публикациите имат общо четири цитирания.

7. Критични бележки, препоръки и въпроси

Тъй като бях запозната с дисертационния труд, отправих някои забележки заедно с представеното от мен мнение, предназначено за предзащитата на дисертационния труд. Сега имам няколко несъществени *критични бележки и въпроси*:

Забележки:

1. На стр. 36 класическото множество $\tilde{E}$ е наречено „абстрактно“, което не е прието като терминология. Освен това тилдата е запазено означение за размито множество, а не за класическо.
2. На стр. 37 същото означение $\tilde{E}$ е използвано както за метрично пространство, така и за векторно пространство над безкрайно скаларно поле. Буквата E е запазена по подразбиране за Евклидово пространство. Тилдата по подразбиране се използва за размито множество. Пак на стр. 37 считам, че нулевият елемент на векторното пространство $\tilde{E}$ е редно да се обозначи с $0_{\tilde{E}}$ вместо с нищо не означаващото $\hat{0}$.
3. В Дефиниция 2.1 за условия (2.2) и (2.3) са съобщени наименованията „симетричност“ и „неравенство на триъгълника“, докато условие (2.1) не е именувано. Това е т.нар. „позитивност“ и от съображения за унификация би трябвало да се съобщи.
4. Вместо „Дефиниция“ добре би било до се използва българската дума „Определение“.

Въпрос:

1. Кой е дефинирал d -ИРМ?
2. На стр. 70-72, предполага ли се декартовата координатна система да е винаги правоъгълна?

III. Автореферат

Авторефератът (на български език) правилно отразява съдържанието на дисертацията и дава представа за разглежданите проблеми, както и за приносите на дисертационния труд.

IV. Лични впечатления

Особено съм впечатлена от широтата на мислене на докторанта, неговите креативни познания в широк спектър от математически дисциплини, от уменията му да прилага познанията си и да изгради цялостна теория, както и от дълбочината на получените резултати.

Определено мога да кажа, че досега не съм била рецензент на така добре подготвена дисертация във всяко едно отношение. Написана е на високо професионално равнище, съдържа

силни резултати, оформлението ѝ показва дълбоко познаване на фундаменталната и нетрадиционната математика, прецизност, умения за текстообработка и езикова грамотност.

Към това мога да добавя и личните си впечатления от Петър Василев. Той е завършил с висок успех магистратура по Приложна математика във ФПМИ при ТУ-София през 2009 г. и в срок завършил дисертацията си. Представянето му при защитата на дипломна работа беше впечатляващо за мен. Беше ясно, че той е докладвал на научни форуми, не се смущава и знае как да организира презентацията си. Потвърждавам тези си впечатления и от последното му докладване през месец септември 2012 г. на международна конференция на IEEE, която се проведе в София. С удоволствие отбелязвам, че неговият доклад беше избран от журито за публикуване в издателство Springer, където ще бъдат отпечатани 8 избрани доклада от всички представени на конференцията.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценката ми за дисертационния труд, автореферата, научните публикации и приносите на **Петър Младенов Василев** е **ПОЛОЖИТЕЛНА.**

В рецензирания дисертационен труд са получени резултати с научен, научно-приложен и приложен характер. Дисертантът демонстрира задълбочени познания в конкретната научна област и научен потенциал за реализация на оригинални идеи. Поради всичко гореизложено и независимо от направените забележки, считам че дисертационния труд на **Петър Младенов Василев** отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН и на този в института по Биофизика и биомедицинско инженерство при БАН. Постигнатите резултати ми дават основание да предложа на уважаемото научно жури да присъди научната и образователна степен “**доктор**” на **Петър Младенов Василев** по **научна специалност 01.01.12 Информатика.**

София

12.02.2013 г.

Рецензент:

(проф. д-р инж. Кети Пеева)