

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд на тема

Претопологични, топологични и алгебрични структури за интуиционистки размити множества (Pretopological, Topological and Algebraic Structures for Intuitionistic Fuzzy Sets)

с автор **Евгений Иванов Маринов**,

представен за придобиване на на ОНС „Доктор“

в научно направление 4. Естествени науки, математика и информатика,
професионално направление 4.6 Информатика и компютърни науки

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

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.
 - Копие от заповед за зачисляване в докторантура.
 - Копие от протоколи за положени изпити по индивидуален докторантски план.
 - Копие от заповед за отчисляване с право на защита.
 - Копия на публикациите по дисертационния труд
 - Списък на публикациите по дисертационния труд и цитиранията им.

I. Общи данни

Евгений Иванов Маринов е роден през 1982 г.

Образование. **Евгений Маринов** завършва висше образование ОКС магистър по математика в СУ „Св. Климент Охридски“, ФМИ, гр. София през 2011 г. Има проведена магистърска специализация по алгебрична геометрия в Университет "Луи Пастьор ", гр. Страсбург, Франция.

Професионално развитие: **Евгений Маринов** е работил като програмист и изследовател в различни фирми с програмни езици, както и в областта на ИИ и с бази данни. От 2019 г.-досега е асистент в ИБФБМИ, БАН.

Евгений Иванов Маринов е зачислен в редовна докторантура по държавна поръчка в ИБФБМИ към БАН със заповед №257/27.07.2012 на Директора на ИБФБМИ. Положил е отлично изпитите от докторантския минимум. Отчислен е с право на защита, считано от 01.08.2015 г. със заповед №714/19.11.2015 на Директора на ИБФБМИ.

II. Дисертационен труд

Дисертационният труд е представен на английски език на 135 стандартни машинописни страници, организирани в увод, шест глави (от които пет са с теоретично съдържание и една глава е за приложения и софтуерна реализация), заключение, декларация за оригиналност на резултатите, списък с публикации на автора по дисертацията и цитиранията им, използвана литература.

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 Евгений Маринов съответства на професионалното направление 4.6. “Информатика и компютърни науки”. Получените резултати са с научни и научно-приложни приноси и представляват оригинален принос в областта на ИРМ и топологията.

2. Познаване на постиженията в научната област

В дисертационния труд са използвани 107 литературни източника, от които 106 на английски език и 1 на френски език. От тях 11 са монографии, останалите са статии в списания и периодични издания. Около 80% от литературните източници са от последните 20 години, останалите са основополагащи в редица области на математиката – ИРМ, топология, теория на решетките, размити топологични пространства и метрика. Прави впечатление добрата осведоменост на дисертанта за литературните източници по темата.

3. Цел и задачи на дисертационния труд

Целта на дисертационния труд е **представяне по конструктивен начин на теория на претопологичните и топологичните оператори за ИРМ.**

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

1. Въвеждане на нови наредби за ИРМ;
2. Въвеждане на индекси за неопределеност и индикатори за включване;
3. Въвеждане на различни типове околности за ИРМ;
4. Разработка на софтуерно приложение, изчисляващо и визуализиращо въведените оператори.

4. Съдържание и приноси на дисертационния труд

В **Увода** е дадена постановката на проблема, формулирана е целта на дисертационния труд и произтичащите от това задачи.

В **първа глава** са дадени основни резултати за ИРМ: за стандартните теоретико-множествени операции върху тях (заедно с геометричната им интерпретация); за топологични и разширени оператори върху ИРМ, както и за разширените модални оператори съгласно монографията на чл. кор. д-р и д-р проф. Кр. Атанасов:

[13] *Atanassov K. (2012), On Intuitionistic Fuzzy Sets Theory. Springer-Verlag, Berlin.*

Главата има теоретично-обзорен характер.

Обект на **втора глава** са различни видове наредби на ИРМ, свойствата им и индикатори за включване. За ИРМ са въведени π -наредба, квази-наредби и индекс на неопределеност. Доказано е, че структурата $(IFS(X); \leq_{\pi})$ е лява полурешетка, но не е дясна полурешетка и не е

пълна решетка. За всеки две ИРМ са въведени мерки за включване, теоретико-множествени индикатори на включване и са изследвани техни свойства във връзка с наредбите.. Резултатите са публикувани в няколко статии, от които 2 самостоятелни [67] (в Notes on IFS) и [69] (в Proc. of 12th Int. Workshop on IFS and GN, Warsaw) и една в съавторство в [65] (в Studies in Fuzziness and Soft Computing, Springer).

В **трета глава** са разгледани въпроси за метрика при ИРМ: околности, близост и мерки за разстояние. Въведена и изследвана е нов тип близост (ИР-околност и ИР-кълбо). Изследвани са релации между стандартните отворени сфери и ИР-кълба, както и за стандартните отворени (респ. затворени) околности и ИР-сфери. Предложени са приложения на тези понятия за разширените модални оператори за ИРМ. Въведени са също така нов тип околности, именно насочена ИР-околност и насочено ИР-кълбо, следвайки

[64] Marinov E., Atanasov K., Vassilev P., Su J. (2016), *Directed intuitionistic fuzzy neighbourhoods. IEEE Conf. on Intelligent Systems 2016: 544–549.*

Те обединяват понятията околност и наредба, а освен това са обобщение на интуиционистки размитата околност, въведена в

[66] Marinov E., Vassilev P., Atanasov K., (2015), *On Intuitionistic Fuzzy Metric Neighbourhoods Conference of the International Fuzzy Systems Association and the European Society for Fuzzy Logic and Technology (IFSAC-EUSFLAT-15), Gijon, Spain, 1585-1591.*

За тези понятия и за съответните модални оператори са изказани и доказани няколко теореми.

Четвърта глава доразвива идеи на докторанта, публикувани в

[70] Marinov, E., Atanasov K. (2020) *Partially Continuous Pretopological and Topological Operators for Intuitionistic Fuzzy Sets, Iranian Journal of Fuzzy Systems (IJFS) Vol 17, Number 2., 1-15,*

[71] Marinov, E. (2019), *Partially smooth linear pretopological and topological operators for fuzzy sets, Proceedings of the Jangjeon Mathematical Society, 22, No. 3, pp. 471-485.*

Въведени са и са изследвани претопологичните оператори преотваряне и презатваряне в иерархичен порядък (за класическите неразмити множества, за размити множества и за ИРМ). Вниманието е съсредоточено върху тези оператори за ИРМ, като е предложено обобщение на резултати на научния ръководител по начин, позволяващ компютърна обработка и приложения. Доказано е, че тези оператори са спрегнати.

В **глава 5** са изследвани връзките между ИР-(пре)топологични и обобщени ИР-(пре)топологични оператори с понятията, въведени в предходните глави.

В **Глава 6** е разработено и представено софтуерно приложение, изчисляващо и визуализиращо въведените оператори с език за програмиране Python, както и графично онагледяване. Създаденото софтуерно интерактивно приложение изчислява и визуализира претопологичните и топологичните оператори. В приложението са вградени и няколко вида хистограми за ИРМ, както и за модалните . оператори.

Приносите в глави 2, 3, 4, 5 са теоретични и имат *научен характер*. Приносите в Глава 6 имат *научно-приложен* и *приложен* характер..

Заклучението съдържа кратко описание на основните резултати и класификация на приносите на дисертационния труд.

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), както и произтичащите от нея задачи, са постигнати.

Приносите са посочени на стр. 123-125 от дисертацията и на стр. 42-43 от автореферата. Подкрепям изцяло заявените претенции, като считам приносите за *научни, научно-приложни и приложни*.

6. Публикации по дисертацията и цитиранията им

В списъка на публикациите по темата на дисертационния труд са посочени 8 статии, всички на английски език, от които 3 са самостоятелни; 2 доклада на международни конференции, 1 статия в периодика в България, 2 статии в международни списания, 3 статии в трудове в Springer и Полша.

Цитирания: Четири от публикациите имат общо осем цитирания.

Удовлетворени са всички изисквания от таблица 7 за развитие и израстване на учените от Института по биофизика и биомедицинско инженерство – БАН за научна степен „Доктор“ (три публикации, 1 цитиране и 1 публикация в международно списание). Тези изисквания са надхвърлени от кандидата с представените 8 публикации на статии, осем цитирания и 2 публикации в международни списания.

7. Автореферат

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

8. Критични бележки, препоръки и въпроси

Тъй като бях запозната с дисертационния труд, в процеса на подготовка отправих забележки и препоръки, предназначени за предзащитата на дисертационния труд. Сега имам няколко несъществени критични бележки, въпроси и препоръки:

1. Резултатите от Глава 5 и Глава 6 очевидно не са публикувани и се съобщават за първи път в дисертацията. Препоръчвам публикуването на резултати от Глава 5.
2. В Заключение в автореферата липсват насоки за бъдещи изследвания. Те са посочени доста лаконично на стр. 125 от дисертацията. В този ред на помисли, какви открити въпроси стоят за бъдещи изследвания и разработки, евентуално и за софтуерни приложения?
3. За по-голяма яснота на текста и за разграничаване от размитите множества класическите множества в дисертацията би било добре да се идентифицират като crisp.
4. В края на всяко доказателство би било добре да се добави знак □ за край на доказателството.
5. На стр. 5-6 от дисертацията е формулирана целта, а задачите са посочени неявно. Ясната формулировка е дадена в автореферата.
6. Премества ли се издаването на дисертационния труд като монография?

IV. Лични впечатления

Не познавам лично докторанта Евгений Маринов, но съм впечатлена от свободното изложение на задълбочени резултати в области на ИРМ и топологията, както на български, така и на английски език. Дисертацията е добре подготвена и прецизно написана.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценката ми за дисертационния труд, автореферата, научните публикации и приносите на **Евгений Иванов Маринов** 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 идеи. Поради всичко гореизложено и независимо от направените забележки, считам че дисертационния труд на **Евгений Иванов Маринов** 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 **Евгений Иванов Маринов** в професионално направление **4.6 Информатика и компютърни науки** (зачислен по научна специалност **01.01.12 Информатика**).

София

10.07.2020 г.

Рецензент:

(проф. д-р инж. Кети Пеева)