

РЕЦЕНЗИЯ

Рег. № 3804/06.10.2025 г.

по дисертационния труд на **Петър Росенов Петров**
на тема **„Моделиране на процеси за анализ на големи данни чрез обобщени мрежи“**
за придобиване на образователната и научна степен **„Доктор“**
по професионално направление **5.3 „Комуникационна и компютърна техника“**
от **проф. д-р Сотир Сотиров**
Бургаски държавен университет „Проф. д-р Асен Златаров“

На основание Заповед № УД-314/14.08.2025 на Ректора на Бургаския държавен университет „Проф. д-р Асен Златаров“ бях определен за член на научното жури за изготвяне на рецензия по дисертационния труд на **Петър Росенов Петров** на тема **„Моделиране на процеси за анализ на големи данни чрез обобщени мрежи“**.

Описание на дисертационния труд

Дисертационният труд е в обем от 148 страници и е изграден върху солидна теоретична и експериментална основа. Той съдържа увод, три глави, заключение, приноси, списък на публикации по темата и библиография с 138 източника. Структурата е логична и последователна, а изложението демонстрира системно мислене и дълбоко познаване на теоретичните и приложни аспекти на темата. В труда са включени 67 фигури и 4 таблици, които онагледяват модели, алгоритми и резултати от експерименталните изследвания.

Първата глава има ясно изразен концептуално-обзорен и методологичен характер. В нея авторът разглежда основните понятия и принципи, свързани с извличането на знания от данни (Data Mining, Data Science), обработката на големи данни (Big Data), както и с формалните модели за тяхното представяне и анализ. Петров аргументира необходимостта от използването на обобщените мрежи (Generalized Nets) – предложени от акад. К. Атанасов – като средство за моделиране на процеси, протичащи едновременно и взаимозависимо във времето. В тази част е представен исторически преглед на развитието на теорията на обобщените мрежи и тяхното предимство спрямо класическите мрежи на Петри, подчертавайки възможността за описване на паралелни процеси с динамично променящи се условия.

В тази глава се акцентира и върху интуиционистките размити множества (IPM) – разширение на теорията на класическите размити множества на Заде. Подробно са разгледани понятията за степен на принадлежност, непринадлежност и неопределеност, както и тяхното значение за моделиране на реални ситуации с непълна или противоречива информация. Авторът демонстрира задълбочено разбиране на интуиционистките размити двойки, операциите между тях и тяхната геометрична интерпретация, което е важна стъпка към последващото моделиране на сложни системи.

Особено внимание е отделено и на индексираниите матрици – инструмент, използван за представяне на сложни взаимозависимости между множество параметри. Тук докторанта обобщава приноса на индексираниите матрици като разширение на

традиционните математически апарати, приложими в анализа на данни и в изкуствения интелект. В края на главата се представят разширения на ИРМ, включително кръгови и елиптични интуиционистки размити множества, чиито свойства позволяват по-гъвкаво моделиране на взаимовръзки между параметрите.

Втората глава представлява централната част на изследването и има експериментално-приложен характер. Тук авторът показва как теоретичните модели от първата глава могат да бъдат успешно използвани за решаване на реални задачи в областта на анализа на големи данни (Big Data), изкуствения интелект (AI) и вземането на решения в условия на неопределеност.

На първо място, е разработен обобщеномрежов модел на алгоритъма DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise), разширен с интуиционистки размити оценки. Петров демонстрира как чрез интегриране на ИР логика към DBSCAN се постига по-гъвкава обработка на данни, включително в случаите на неясни или шумни наблюдения. Моделът е реализиран чрез софтуера GNDraw и е тестван върху реален медицински набор от данни, свързан с диабет. Резултатите показват, че интуиционистките оценки позволяват по-прецизно разграничаване на групи пациенти и открояване на гранични случаи.

На следващо място, е изграден обобщеномрежов модел на алгоритъма BIRCH (Balanced Iterative Reducing and Clustering using Hierarchies), също адаптиран към ИР оценки. Авторът изследва как хибридизацията между BIRCH и интуиционистката логика повишава стабилността на клъстеризацията при нееднородни данни и подобрява точността на резултатите.

В следващите подраздели се представят иновативни приложения на интуиционистките размити оценки, като:

- система за сортиране на отпадъци чрез роботизирана ръка, при която ИР оценки се използват за класификация на предмети по цвят и материал;
- система за анализ на образователни данни – вкл. оценки на ученици и резултати от изпити – за извеждане на препоръки и предсказване на постижения;
- алгоритми за оценка на потребителски активности и извличане на знания от структурирани и неструктурирани източници.

Авторът комбинира методите на обобщените мрежи с ИР оценки по начин, който позволява интелигентна обработка на данни в реално време. В края на главата се прави аналитично сравнение между резултатите от различните алгоритми и се очертават възможности за тяхната оптимизация.

Третата глава представя завършващата експериментална и приложна част на изследването. В нея Петров преминава от моделиране към реализация и оценка на ефективността на разработените алгоритми.

На първо място е предложен алгоритъм с интуиционистки размити оценки за анализ и оптимизация на резултати от образователни и индустриални процеси. Представен е пример с анализ на данни от държавни зрелостни изпити, при който чрез използването на обобщеномрежови модели и ИР логика се открояват зависимости между социално-икономически фактори и постижения на учениците.

След това е разгледано приложението на ИР оценки при решаване на класическата задача на раницата (Knapsack problem) и нейните обобщени варианти. Авторът създава

три нови подхода – базирани съответно на интуиционистки размити двойки, кръгови и елиптични интуиционистки размити множества, които позволяват моделиране на задачи за оптимизация при наличие на несигурност или частично знание.

Петров демонстрира реални програмни реализации на разработените модели чрез Python, MATLAB и C#, като предоставя сравнителни резултати относно скоростта, точността и устойчивостта на различните решения. Важен принос представлява и разработената интегрирана софтуерна рамка, която позволява симулация, визуализация и анализ на големи обеми от данни чрез обобщеномрежови модели.

В заключение на главата са направени изчерпателни анализи на ефективността, устойчивостта и възможностите за разширение на системата, както и предложения за бъдеща работа – включително автоматизиране на валидационния процес и интеграция с облачни среди за Big Data обработка.

Към всичко това има задължителните: Декларация за оригиналност на резултатите и заключение

Актуалност и значимост на темата

Темата е изключително актуална, тъй като анализът на големи данни е в основата на съвременните изследвания в изкуствения интелект, автоматизацията и управлението на сложни системи.

Интеграцията между обобщените мрежи, интуиционистките размити множества и индексиранияте матрици представлява иновативен подход за моделиране на процеси, характеризирани с неопределеност и сложна взаимозависимост на факторите.

Работата на Петър Петров се отличава с междудисциплинарен характер, комбинирайки математически модели, алгоритмични решения и реални програмни реализации. Това демонстрира зрялост и самостоятелност на изследователя.

Основни научни и научно-приложни приноси

Дисертационният труд съдържа ясно формулирани и доказани приноси от научен, научно-приложен и приложен характер. Подкрепям така формулираните научни приноси и научно-приложни приноси, а именно:

Научните приноси са следните:

- Разработване на алгоритъм с интуиционистки размити оценки за анализ на данни и препоръки за учебни постижения на ученици и разработване на алгоритъм с интуиционистки размити оценки за анализ на данни от Държавни зрелостни изпити в системата на средното образование в България;
- Дефиниране на интуиционистки размити оценки в процеса на сортиране на отпадъци чрез роботизирана ръка и за оценяване на честотата на потребителски заявки;
- Разработване на алгоритми за решение на задачата на раницата, основани на кръгови и елиптични интуиционистки размити множества;

Научно-приложните приноси са следните:

- Създаден е обобщеномрежов модел, отразяващ процеса за клъстеризация на големи данни чрез алгоритъма DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise). Основната концепция на DBSCAN се основава на разпознаването на области с висока плътност на обекти, които се разглеждат като клъстери, и отделянето на обекти

с ниска плътност като шум или аномалии. В сравнение с други алгоритми за клъстерен анализ DBSCAN не изисква в началото да се определя броят на клъстерите. Друго ценно качество на алгоритъма е, че той дава по-добро разпределение на клъстерите, когато данните са с нечетна форма; 133

- Създаден е обобщеномрежов модел, отразяващ процеса на клъстеризация чрез метода BIRCH - един от най-ефективните за обработка на големи набори от данни. BIRCH е специално създаден да обработва големи обеми информация, като минимизира необходимостта от съхранение на данните в паметта. Основната му идея е да изгражда компактно обобщение на данните посредством специална йерархична структура, наречена CF-дърво (Clustering Feature Tree), което позволява инкрементална и динамична обработка на входните обекти;

- Реализация на метод на опорните вектори с интуиционистки размити оценки за разпознаване на научни термини и определяне на ключови думи в система за предлагане на обучителни ресурси и научни статии;

- Решение за оптимизация за доставка на пратки, основано на анализ на данни и приложение на елиптичната интуиционистки размита задача за раницата за вземане на решения;

Приложният принос се състои в тествания на основни техники от областта на извличане на знания. За конструираните модели е илюстрирана реализация с актуални данни с цел онагледяване и изследване на практическата част от работата с посочените методи. За реализациите на тестванията на алгоритмите с интуиционистки размити оценки и задачата за раницата са използвани продукти със свободен лиценз на разпространение.

Апробация на резултатите

Резултатите от дисертационния труд са апробирани чрез 10 научни публикации, от които 5 в списания, индексирани в Scopus, както и чрез доклади на международни конференции и участия в научни проекти. Това доказва широката приложимост и научна стойност на изследванията.

Публикуваните резултати определено надхвърлят изискванията за ОНС доктор.

Критични бележки

Единствената препоръка, която бих направил, е в бъдещи разработки да се разшири софтуерната платформа чрез добавяне на възможности за автоматизирана валидация и интеграция с облачни среди за големи данни (Big Data frameworks като Hadoop или Spark). Включването на тази перспектива би направило резултатите още по-практически приложими в реални индустриални среди.

Заклучение

Дисертационният труд на Петър Росенов Петров е оригинално, завършено и научно аргументирано изследване с приносен характер в областта на анализа на големи данни и интелигентните системи. Темата е актуална, структурата – логична и последователна, а постигнатите резултати – значими както теоретично, така и практически. Дисертацията удовлетворява правилника за развитие на академичния състав и закона.

На основание направения анализ давам своето положително становище и препоръчвам на уважаемите членове на Научното жури да присъдят на **Петър Росенов Петров образователната и научна степен „Доктор“** по професионално направление **5.3 „Комуникационна и компютърна техника“**.

Подпис заличен
Чл.2 от ЗЗМД

05.10.2025 г.

Изготвил рецензията:

проф. д-р Сотир Сотиров

Бургаски държавен университет „Проф. д-р Асен Златаров“