

ФКСУУ-НСА-065

18.06.2024г.



РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „Доктор“ в професионално направление 5.3 „Комуникационна и компютърна техника“ по научна специалност „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление“

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Христина Петрова Никова**

Тема на дисертационния труд: **Съвременни методи за обработка и анализ на информация от информационно-измервателни системи**

Рецензент: **проф. д-р инж. Румен Иванов Трифонов**

1. Актуалност на дисертационния труд

Информационно-измервателните системи (ИИС) са основно средство за регистриране и обработване на информация в различни сфери и конкретно за постигане на ефективен мониторинг, прогнозиране, превенция и ранно локализиране на горските пожари. Въпреки забележимите достижения в развитието на технологиите през последните години, все още съществуват значителни затруднения по отношение на намиране на ефективно решение за прогнозирането на появата на горски пожари.

Тенденциите през последното десетилетие са за нарастване на горски пожари с необичайно големи размери и обхват. Според изследвания на ООН в бъдещ план се прогнозира значително увеличение на случаите на горски пожари в световен мащаб - съответно с 14% до края на 2030 и с 30% до края на 2050.

Актуалността на дисертационния труд се състои в използването на съвременни методи за обработка и анализ на информация от информационно-измервателни системи, и предложените статистически и интелигентни модели за повишаване степента на точност на прогнозирането на вероятността от възникване на горски пожари.

Тематиката е актуална и постига интересни изследователски резултати с характера на научни приноси.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал

В дисертационни труд са използвани 120 литературни източници като е изготвен обзор и сравнителен анализ на съществуващите актуални решения. На базата на това са зададени цел на дисертационния труд и задачи за изпълнение. Творческата интерпретация на литературния материал и мнението на докторантката по проблема са представени категорично в дисертационния труд и направените публикации по дисертацията.

Докторантката демонстрира задълбочено познаване на проблемите в изследваната област.

3. Съответствие на предложената методика на изследване и поставените цел и задачи на дисертационния труд

Поставената цел на дисертационния труд е разработване и изследване на модели за прогнозиране на вероятността от горски пожари, базирани на информация от реална информационно-измервателна система.

Представени са конкретни задачи за изпълнение за постигането на целта, а именно: разработване на експериментален статистически модел за определяне на вероятността за възникване на горски пожари; разработване и валидиране на експериментален интелигентен модел за прогнозиране на вероятността от възникване на горски пожар чрез използването на многослойна изкуствена невронна мрежа (ANN); анализ и оценка на адекватността на разработените модели; сравнителен анализ между разработените модели и общоприетите индекси за пожарна опасност, които са индекс на разпространение на огъня (SC), индекс на топлинна енергия (ERC) и индекс на изгаряне (BT), както и методиките за мониторинг и прогнозиране на горски пожари използвани в САЩ (NFDRS), Канада (FWI) и Австралия (FDI).

При разработката на моделите са използвани метода на бинарната логистична регресия, метода на максималното правдоподобие, метода на хи-квадрат (χ^2) и методология за разработване и валидиране на многослоен ANN предиктор реализирана чрез алгоритъма за обратно разпространение на грешката BP по метода на минимизиране на средната квадратична грешка MSE.

Смятам, че предложените в изследванията методи, подходи и средства за анализ са адекватни на поставената цел и задачите в дисертационния труд.

4. Характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд

Дисертационният труд е на български език с обем от 133 страници, като включва увод, четири глави за решаване на формулираните изследователски задачи, списък на приносите, списък на научните публикации, свързани с дисертационния труд и използвана литература. Цитирани са общо 120 литературни източници. Работата включва 31 фигури и 15 таблици.

В Глава I е представена основната структура на съвременна информационно-измервателна система и нейните характеристики. Разглеждат се основните методи за анализ на информацията, както и разпространените по света методики за мониторинг и прогнозиране на горски пожари. Посочена е основната цел и задачи на дисертационния труд.

В Глава II е разработен статистически модел за прогнозиране на възникването на горски пожар. Генерирането на модела е базирано на експериментални данни за района на Уитмор, Северна Калифорния, САЩ. Прогнозиране на вероятност от възникване на горски пожар е разработено въз основа на метеорологични и топографски особености за района. Използван е подходът на бинарния логистичен регресионен анализ.

В Глава III е синтезиран обобщен алгоритъм за прогнозиране на вероятността от възникване на горски пожар, който е базиран на принципите на интелигентните изчислителни подходи. Проектирана и обучена е многослойна изкуствена невронна мрежа като са използвани експерименталните данни от Глава II.

В Глава IV е представен сравнителен анализ на моделите, синтезирани в Глава II и Глава III заедно с три съществуващи методики, разработени от Националната система за оценка на пожарната опасността на САЩ - U.S. National Fire Danger Rating

System (NFDRS). Определена е ефективността при прогнозирането на вероятността на възникване на горски пожари на 5-те модела и същевременно са обосновани предимствата на предложените в дисертацията модели.

Дисертацията е оформена прецизно и материалът достоверно представя предметната област на изследване, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

5. Приноси на дисертационния труд

Формулираните от докторантката приноси приемам напълно като научноприложни:

1. Синтезиран е бинарен регресионен модел за предсказване на горски пожари за района на Уитмор, Северна Калифорния. Статистически е оценено влиянието на всяка от независимите променливите участващи в модела (количество валежи, максимална температура за деня, скорост на вятъра и четирите индекса, описващи типа на горимите природни материали и водното съдържание в тях - FM1, F100, FM1000, KBT) върху вероятността за възникване на пожар. Установено е, че за изследвания регион, типът на растителността и съдържанието на влага в нея са с най-голяма статистическа значимост, следвани от количеството валежи. Статистически е оценена точността на синтезирания модел, като е установено, че общата успеваемост е 84,894.

2. Представен е обобщен алгоритъм за разработване и валидиране на експериментален интелигентен модел за прогнозиране на вероятността от възникване на горски пожар чрез използването на многослойна изкуствена невронна мрежа (ANN). Синтезиран, на базата на предложения алгоритъм е модел на предиктор, основан на голям брой реално измерени и експертно оценени променливи, които описват различни характеристики на региона. Обучената невронна мрежа използва представителна, но ограничена по обем извадка от входни данни, състояща се от 82 линейно независими входни вектора и прогнозира възникването на събития с по-висока точност спрямо модела за регресионно прогнозиране.

3. Извършен е сравнителен анализ между обучената невронна мрежа, бинарния регресионен модел и нормализираните общоприети индекси за предсказване на пожари (Energy Release Component (ERC), Burning Index (T) и Severe Fire Danger Index (SFDI)), базиран на реално измерени стойности от едни и същи станции в един и същи период от време, като е установено разсейване на резултатите при всеки един от сравняваните методи.

4. Анализирани са статистически оценки за центъра на групиране и на дисперсията на получените резултати за всеки от изследваните методи и е установено, че бинарният регресионен модел и невронната мрежа превъзхождат широко разпространените индекси при прогнозиране на отрицателен клас събития (липса на пожар). Оценена е и средноквадратична грешка (RMSE) между изчислените и измерените резултати за всеки от пепе изследвани метода, като е установено, че бинарният регресионен модел и невронната мрежа са по-точни методи спрямо съществуващите индекси.

5. Дефиниран е коефициент на взаимноизключващи се състояния (CMESD), като е установено, че бинарният регресионен модел и невронната мрежа са по-точни класификатори спрямо съществуващите индекси.

6. Установено е, че резултатите, генерирани от бинарния регресионен модел и обучената невронна мрежа и при двата класа събития (наличие и липса на пожар),

могат да се представят със стандартна неопределеност, като това твърдение не може да се приеме за валидно при съществуващите индекси за прогнозиране.

6. Степен на личното участие на дисертанта в приносите

Не познавам лично докторантката, но имам добри впечатления от участието и с доклад в конференцията 11th International Scientific Conference on Computer Science (COMSCI), Sozopol, Bulgaria, 2023.

След подробно запознаване с дисертационния труд и задълбочено анализиране на дисертацията, на автореферата и на публикациите, мога за направя заключение, че изследванията и приносите са изцяло с нейно лично участие.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Маг. Христина Никова е направила 4 публикации по темата на дисертационния труд: една самостоятелна и три в съавторство с научните ръководители, като във всички публикации тя е първи съавтор. С една статия е участвала на конференцията COMSCI, която е реферирана в Scopus, а друга статия е публикувана в сборника WSEAS Transactions on Environment and Development, който също е рефериран в SCOPUS. Други две статии са публикувани в сборника на международната конференция „Challenges in Higher Education and research in the 21 th century”.

Смятам, че направените публикации на докторантката превишават изискуемия минимум, заложен в Правилника за условията и реда за придобиване на образователна и научната степен ”Доктор” на ТУ-София.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социална практика

Получените резултати от дисертационния труд са с теоретична и практическа насоченост към проблемите относно прогнозирането на вероятността за възникване на горски пожари. Те намират приложение в опазването на околната среда и предотвратяването на последствията от потенциална екологична криза. Разработени са експериментални модели за прогнозиране на вероятността за възникване на горски пожари с висока степен на точност чрез използването на съвременни методи за обработка и анализ на информация от реални информационно-измервателни системи.

Предложеният общ алгоритъм, базиран на принципите на изкуствения интелект, може да се използва за анализиране на опасността от пожар в различни географски региони с различни входни данни.

Практическата реализация на резултатите от дисертацията може да повиши ефективността на системите за мониторинг и контрол на горски пожари по света.

9. Съответствие на автореферата с изискванията за изготвянето му и адекватност на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд

Авторефератът, изготвен от докторантката, е в обем от 32 печатни страници и адекватно отразява основните положения на дисертацията, и представя точно приносите на дисертационния труд.

Документът е съобразен напълно с изискванията за оформяне на автореферат на ТУ — София.

10. Мнения, препоръки и бележки

Моето мнение е, че докторантката има потенциал за провеждане на самостоятелни изследвания в тази научна област.

Искам да и препоръчам да продължи работата си в избраната научна област и да разпространява резултатите от дисертацията си както в практиката, така и за целите на обучението на студентите от ТУ-София.

Към дисертационния труд нямам съществени забележки. Дисертацията е оформена прецизно и коректно представя извършените научни изследвания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд напълно отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав на Република България, на Правилника за неговото приложение и на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Техническият университет — София. Докторантката е осъществила изследователска работа, която има характера на научно-приложени и носи към предметната научна област. Въз основа на представените материали и постигнатите резултати моята оценка за дисертационния труд е положителна.

Всичко това ми дава основание да препоръчам на уважаемото научно жури да присъди на маг. инж. Христина Петрова Никова образователната и научна степен „доктор“ в професионалното направление 5.3 „Комуникационна и компютърна техника“ и научната специалност „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление“.

София, 17. 06. 2024 г.

РЕЦЕНЗЕНТ:

/проф. д-р инж. Р. Трифонов/

