

РЕЦЕНЗИЯ

на представеният от **Нина Христова Добринкова** дисертационен труд на тема: **“Информационни системи за симулиране на поведението на горски и полски пожари”** за присъждане на образователната и научна степен **“Доктор”** по научната специалност **01.01.12 „Информатика“**

Рецензент: доц. д-р Красимир Георгиев, ИИКТ – БАН

А. Област на изследванията, актуалност, основни цели.

Представеният дисертационен труд е в една актуална и развиваща се област. Той представлява изследване свързано с разработване на алгоритми, компютърни програми и приложения за задачи възникващи при симулирането на поведението на горски и полски пожари. Изследванията свързани с превенция, действия и ограничаване на бедствия и аварии, в това число и пожари, се увеличават непрекъснато. Статистиката показва непрекъснато нарастващ размер на засегнатите от пожари площи. Развитието на съвременните средства за математическо и компютърно моделиране на процесите на възникване и развитие на пожарите, както и на компютърната техника позволява създаването на все по-точни компютърни симулационни модели, които да работят в реално време, т.е. създава се възможност резултатите от изпълнението на съответните компютърни програми да се използва от съответните държавни органи вземащи решения за овладяване на пожарите и тяхното най-бързо потушаване. Негативният ефект на горските и полските пожари се изразява главно в следните три направления, които далеч не изчерпват всички случаи: (а) разрушения и нарушаване на равновесието в природата за дадена площ, (б) проблеми със здравето на хората в засегнатите от пожари райони, (в) икономически загуби.

Основните цели на изследванията в дисертационния труд обхващат следните три групи от задачи: (а) Разработка на софтуер за практическа реализация на математически игрови модел, който описва поведението на горски пожари за

местности с тревна и храстова растителност; (б) Адаптация на компютърния модел WRF—Fire с данни за български пожар; (в) Създаване на модел на архитектура за система за прогнозиране на развитието на даден пожар.

Предмет на изследване в представения дисертационен труд са пожари класифицирани в литературата като “surface fire”, които са известни в български официални документи като пожари от “низов тип”. Целта е с разработените софтуерни средства да се създаде възможност, която да позволява не само ранното откриване на възникналите пожари, но и предсказването на динамиката и посоките на разпространение на пожара, както и мащабите на възможните поражения.

Б. Дисертацията, в обем от 135 страници, се състои от увод, четири глави, заключение, списък с използваната литература и три приложения (текст на написаните от дисертантката компютърни програми). Библиографията включва 124 заглавия, от които 123 на английски език и едно на български език. От цитираните заглавия 49 са публикувани след 2002 г., т. е. в последните десет години. Според рецензента всички посочени източници в библиографията правилно са цитирани в текста на дисертационния труд. Като недостатък, може да се отбележи, че използваната литература не е подредена нито по първи автор, нито по година и това затруднява проследяването и. В дисертацията има 25 фигури и две таблици.

Уводът е в обем от шест страници. В него дисертанта е представил мотивацията си за подготвянето на представената дисертация. Дискутирана е актуалността на разглеждания проблем на базата на изследвания правени в чужбина и на доклади на центрове следящи състоянието на горските масиви в Европейския съюз (ЕС). Посочени са първите сериозни изследвания в тази област, които са от 80-те години на миналия век: (а) САЩ - National Center for Atmospheric Research (NCAR), виж: Rothermel, R. C. (1972) A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. Research Paper INT-115. Ogden, UT: US Department of Agriculture, Forest Service; (б) Русия (Университета в Томск), виж: Grishin, A., Gruzin, A., and Zverev, V. (1983). Mathematical modelling of the spreading of high-level forest fires. Soviet Physics Doklady, 28(4). Посочени са основните видове пожари според начина им на разпространение и които са добили гражданственост в специализираната литература. В резюме е представено съдържанието на отделните глави. Посочени са целите и задачите на дисертационната работа и апробацията на постигнатите резултати.

Получените и представени за защита резултати са оформени в следващите четири глави, които са структурирани сравнително добре и се четат без съществени затруднения.

Първа глава (26 стр.) е едно естествено продължение на уводната глава, в която се продължава анализа на състоянието на изследванията по проблема досега. Още веднъж на базата на световния опит е подчертана важността на изследвания проблем от гледна точка на обществото като цяло и от изследователска гледна точка. Подробно са описани основните етапи на развитието на горските и полски пожари и са дадени някои необходими дефиниции. Представен е и илюстративен материал чрез няколко фигури, които надлежно да цитирани от първоизточника си. Разгледани са достатъчно подробно за целите на дисертационния труд видовете горски и полски пожари според начина им на разпространение. Направена е ретроспекция на физическото, математическото и компютърно моделиране на пожарите от началото на XX век до сега. Представена е класификацията направена от A.L. Sullivan през 2007 г. (виж: Sullivan, A.L (2007). A review of a wildland fire spread modelling, 1990-present, 2: Empirical and quasi-empirical models. arXiv:0706.4128v1[physics.geo-ph и Sullivan, A.L (2007). A review of a wildland fire spread modelling, 1990-present, 3: Mathematical analogues and simulation models. arXiv:0706.4130v1[physics.geo-ph]) според която съществуват следните три групи модели при изучаването на пожарите: (а) физични и полу-физични модели; (б) емпирични и полу-емпирични модели и (в) математически и симулационни модели. Тези три групи модели са дискутирани в дисертацията и са цитирани най-използваните модели от всяка една група. На основата на направените разглеждания на съществуващи модели и техния анализ е обоснован и избора на двата модела, на които автора се спира в следващите две глави. В тази глава не са посочени научни и научно-приложни приноси, а и такива няма според рецензента. Въпреки това, обаче, изложението в нея показва, че дисертанта познава добре материята на изследване, а направеният обзор представлява и самостоятелен интерес, имайки в предвид нивото на изследванията по този въпрос в България.

Втора глава (обем от 14 стр.) е посветена на приложението на теорията на клетъчните автомати за решаването на поставените в дисертацията задачи. Трябва да се отбележи, че клетъчните автомати присъстват сред математическите модели в класификацията на Sullivan. Дадени са някои факти от възникването и развитието на

теорията на клетъчните автомати и е разгледана модификацията на G. Albinet (виж: Albinet, G., Searby, G., and Stauffer, D. (1986). Fire propagation in a 2-d random medium. *Le Journal de Physique*, 47:1–7) която дава възможност те да бъдат използвани като инструмент за моделиране на процеса на разпространение на един горски пожар. След тази пионерска работа на Albinet се появяват нейни разновидности и хибридни методи на нейна основа. В рецензирания дисертационен труд е приложен оригиналният модел на Albinet, за райони с високи треви и храсти. Разгледан е случаят на горски пожар възникнал в равни затревени местности с централен източник на горене. Представено е математическото описание на модела. Написана е компютърна програма на алгоритмичния език „*Turbo Delphi v.6*“ и са проведени поредица от компютърни експерименти. На базата на направен анализ на получените изходни резултати са направени заключения, че предложеният математически игрови модел може да се използва за описание на разпространението на горски и полски пожари в равнинни местности със сравнително равномерно разпределение на треви, храсти или дървета.

Рецензентът е съгласен с описаните приноси представени в Глава „Основни изводи и заключения“ (стр. 93, т.2 от дисертацията), касаещи научните и научно приложни постижения в Глава 2.

Трета глава (обем от 30 стр.) е посветена на тестване на полу-емпиричния компютърния модел **WRF-Fire** в български условия. Всъщност, **WRF-Fire** е комбинация от метеорологичния Weather Research and Forecasting Model (**WRF**) (виж, напр.: Michalakes, J., S. Chen, J. Dudhia, L. Hart, J. Klemp, J. Middlecoff, W. Skamarock, 2000: Development of a next-generation regional weather research and forecast model. Proceedings 9th ECMWF Workshop on the use of Parallel Processors in Meteorology. Reading, U.K., November 13-16. Argonne National Laboratory Preprint ANL/MCS-P868-0101.) и модифициран полу-емпиричен модел на R. C. Rothermel (виж: Rothermel, R. C. (1972) A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. Research Paper INT-115. Ogden, UT: US Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station), така че да се апроксимира разпространението на пожара по посоката на нормалата на линията на фронта му. След създаването на нова версия на атмосферния модел **WRF** съответно **WRF-Fire 3.3** (Юни, 2011 г) той започва да се реферира като **SFIRE**. Съществуват някои нови разработки в интерфейса направени след тази дата. Разпространението на пожара е изразено като функция на свойствата

на горимите вещества, скоростта на вятъра в близост до земята и наклона на терена (тези параметри липсват в разглеждания в Глава 2 игрови модел). Трябва да се отбележи, че двата модела работят паралелно данните от единия могат да се използват за работата на другия модел. За да се използват данните получени от атмосферния модел **WRF** (основно, параметри на полето на вятъра) те се интерполират за да отговарят на размерите на значително по-малката област, където се развива пожара. Дисертантът е направил тестване на кода на **WRF-Fire** и неговото калибриране за първи път за територия извън пределите на САЩ. Направено е сравнение за коректността на резултатите от направената симулация с реални данни и данните от измервания след пожара избухнал в близост до защитената зона "Натура 2000" до с. Лешниково, Харманлийско, за периода 14-17 август 2009 г. Резултатите от това калибриране на компютърния модел са анализирани и са направени съществени изводи за неговото усъвършенстване. Основна трудност се оказва липсата на достатъчно и от добро качество топографски, метеорологични и статистически данни. Подробно е описан алгоритъма за работа на компютърния модел **WRF-Fire** в Linux среда и използваните входни параметри, метеорологични, топологични и други данни. Направени са компютърни експерименти върху Intel клъстер намиращ се в университета на Денвър, Колорадо, САЩ (до 1200 Intel X5660 процесорни ядра), резултатите от който показват, че скоростта на компютърната симулация и разпространението на пожара в реално време са еднакви, когато се използват 120 работещи процесора, а при използване на 240 до 1200 процесора се постигат резултати до 4 пъти по-бързи в полза на симулацията. Резултатите от симулациите са представени в няколко фигури и таблици. Докторантът е създал възможност за извършване на компютърни експерименти с реални данни за територията на България получени от сателитна снимка и ГИС растерни данни. Постигнатото е добра предпоставка за усъвършенстване на паралелната версия на разглеждания модел, неговата инсталация и провеждане на компютърни симулации върху българския суперкомпютър IBM Blue Gene/P в София. Ускоряването на модела (намаляване на използваното компютърно време) би довело до възможност резултатите от него да се използват в практиката за управление на развитието на пожари и минимизиране на отрицателните последици от тях.

Рецензентът е съгласен с описаните приноси представени в Глава „Заклучение“ (стр. 93, т. 3 и т.4) , касаещи постиженията в Глава 3.

Четвърта глава (обем от 10 стр.) е посветена на създаването на интерактивна компютърна система за ранно прогнозиране и следене на развитието на горски и полски пожари. Основа за нейното създаване е от една страна „Стратегия за опазване на горите от пожари“, приета на заседание на колегиума на МЗГ (Министерство на земеделието и горите), състояло се на 12.08.2003г, а от друга развитието на съвременните информационни и комуникационни технологии и средства, което позволява прилагането на най-модерни технологии за решаването на проблемите, свързани с опазването на горите от пожари. Създаването на такава система изисква използването на знания и човешки ресурс от различни области. Те са посочени на стр. 85-та и 86-та на дисертационния труд. Прилагането на готови подобни системи разработени в чужбина не може да стане директно за територията на България главно поради особености на релефа, на въздушните течения и др., както и от липсата на множество топологични, метеорологични и други данни в подходяща резолюция. На стр. 86 и 88 от дисертацията са предложени две възможни блок-схеми за вида на компютърната система за ранно прогнозиране и следене на развитието на горски и полски пожари и за това как биха могли да се изпълняват съответните задачи и подзадачи. На базата на анализ на съществуващи подобни системи в чужбина и на предлаганата такава за територията на Р. България са направени изводи и препоръки за изграждането на съответната система и нейните възможни компоненти. Имайки в предвид резултатите представени в Глава 3 на дисертацията и целите и задачите на проектираната компютърна система е направен извод и препоръки за необходимите усъвършенствания на компютърния модел **WRF-Fire** и необходимите бази данни за неговото оперативно използване от екипите за пожарна безопасност и службите “Защита от бедствия и аварии”.

Рецензентът е съгласен с описаните приноси представени в Глава „Заклучение“ (стр. 93, т. 5) , касаещи постиженията в Глава 4.

В „**Основни изводи и заключения**“ (обем от 2 стр.) са представени научните и научно приложни приноси, които докторанта е преценил, че има и претендира за тях. В няколко точки са дадени вижданията на дисертанта за бъдещи изследвания в предметната област.

В „**Приложения**“ (обем от 30 стр.) са дадени текстовете на създадените програми за предложените модели в Глава 2 (Приложение 1) и Глава 3 (Приложение

2), както и специализирана MPI програма за нуждите на паралелните експерименти проведени с версия на **WRF-Fire** на Intel клъстера в САЩ.

В. Рецензията дисертационен труд представлява съдържателен научно-изследователски труд, който е резултат от системна работа на автора в областта на информатиката – създаване на информационни и комуникационни средства за симулиране на поведението на горски и полски пожари. Дисертацията включва, както добре направен обзор по тематиката и описание на създадените алгоритми, така и множество компютърни експерименти, които са анализирани и са направени съответни изводи и препоръки. Стилът на изложение е коректен и ясен.

Г. Списъкът от публикации на Нина Добринкова, представени за участие в процедурата се състои от **четири** работи. Те са публикувани в периода 2008 г. – 2010 г. - две в Lecture Notes in Computer Science, Springer и две в томовете на специализирани международни конференции проведени в Португалия и Русия. Всички статии са в съавторство (една с научния консултант на дисертанта). Публикациите обхващат основните резултати представени в дисертацията. Резултати по материали от дисертацията са докладвани многократно на специализирани международни и национални научни конференции и семинари у нас и в чужбина. Не са ми представени цитирания на представените публикации на дисертанта.

Д. Авторефератът (20 стр.) сравнително правилно, но непълно отразява съдържанието на дисертацията и основните приноси, представени за защита. Запознаването с дисертацията посредством само неговото прочитане води до непълнота на възприятието и поставянето на много съществени въпроси, отговори на които могат да се намерят само в текста на дисертацията и в приложените публикации на автора.

Е. Нямам съществени критични бележки, които биха повлияли на положителната ми оценка на представения дисертационен труд. Въпреки това бих си позволил в допълнение към изказаната забележка по отношение на Автореферата да отбележа и следното: (а) езика на изложение въпреки, че е разбираем се нуждае от шифроване за да звучи по-научно и го препоръчвам на автора в бъдещата работа; (б) Фиг. 2.3 в дисертацията и съответната и фигура 1, в Автореферата, са нечетабелни; (в) липсва коментар за неналичието на размери на клетките при използване на теорията на клетъчните автомати в Глава 2, което поражда неразбиране защо не се дискутира

въпроса за точността в зависимост от размера на клетката, особено, като се има предвид, че може да се направи аналогия между тях (клетъчните автомати) и метода на крайните разлики; (z) използването на понятието „архитектура“ в Глава 4 не съвсем правилно поради преимущественото използване на тази дума с друго значение в областта на информатиката; (d) в текста има правописни, езикови и стилистични неточности и изрази от рода на „площ от реалния свят“ (стр. 49); (e) препоръчително е постигнатите резултати да бъдат представени на специализирани международни конференции с рефератив и в специализирани международни списания, за да получат оценка от международната колегия..

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Представената за рецензиране дисертацията удовлетворява 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 съответния такъв правилник на ИМИ – БАН. Авторът, Нина Добринкова, е показал, че притежава задълбочени познания по тематиката на дисертацията, може да работи самостоятелно и до провежда качествени научни изследвания.

Имайки предвид гореизложеното, препоръчвам на уважаемото Жюри да присъди на Нина Христова Добринкова научната и образователна степен “Доктор” в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.6 Информатика и компютърни науки, научна специалност 01.01.12 “Информатика”.

21.03.2012 г.

Рецензент:

София

/доц. д-р Красимир Георгиев/