

## РЕЦЕНЗИЯ

на

**на дисертационен труд, представен за получаване на образователната и научна степен „доктор“**

**Автор на дисертационния труд:** редовен докторант **Ирина Добрева Наскинова**

**Тема на дисертационния труд:** Математически и компютърни модели за интелигентен анализ на данни в медицината

**Заявител за откриване на процедурата:** катедра „Математика“, Природо-математически факултет, Югозападен университет „Неофит Рилски“ – Благоевград

**Докторска програма** – Математическо моделиране и приложение на математиката

**Рецензент:** проф. д-р Михаил Д. Тодоров, кат. Математическо моделиране и числени методи, ФПМИ, ТУ – София, зап.1154/18.07.2023 г. на Ректора на ЮЗУ „Неофит Рилски“ - Благоевград

### **Кратки биографични данни за дисертанта**

Ирина Наскинова е родена през 1975 г. в София. Завършила е Първа АЕГ през 1993 г. Продължава образованието си във ФМИ на СУ „Св.Климент Охридски“, където през 2007 г. се дипломира като магистър по информатика. Същевременно работи като учител в Института за всеобщо насърчаване (1997-98) и програмист с прекъсвания в различни фирми от 2001 и досега, измежду тях Seeburger AG, Schwarz IT, Hewlett-Packard Enterprise BG и др. В периода 2007-2011 г. е научен сътрудник в областта на за електронното обучение в НИС при СУ "Св. Климент Охридски," а в периода 2013-2016 е преподавател във Висшето училище по мениджмънт.

Представената дисертация е написана на български език и има обем от 166 стр., формат В5+1/2, в.т.ч. увод, 5 глави и заключение, 31 фигури, 12 таблици и библиография от 114 заглавия. Отделно има притурка с 2 приложения.

### **1. Актуалност на дисертационния труд**

Актуалността на проблема за автоматично диагностициране на рентгенови снимки от пациенти с пневмония с помощта на невронни мрежи е изключително важна от медицинска и обществена гледна точка.

Пневмонията е респираторно заболяване, което засяга много хора. Поради тази причина, ранното диагностициране е от жизнено важно значение, за да се осигури ефективно лечение и да се увеличат шансовете за оцеляване. Анализът на рентгеновите снимки обаче е трудоемка задача и зависи от субективната вариабилност. Вследствие на това, разработването на автоматизирани системи за диагностика, използващи изкуствен интелект и невронни мрежи е предмет на интензивни изследвания. В едно изследване се налага да се използва съвкупност от няколко модела на невронни мрежи за автоматично диагностициране на пневмония с използване на рентгенови снимки. Успехът на тези методи, който зависи от тяхната прецизност и чувствителност, подчертава важността на продължаващите усилия за разработване и подобряване на подобни автоматизирани системи. Тематиката е с ясен фундамент и с необходимост от конкретни приложения, което е достатъчна обосновка и мотивация за провеждане на изследванията. Всичко това предполага нужната математическа квалификация и практически знания, които дисертантката несъмнено притежава и умело прилага.

## **2. Анализ на състоянието на проблема**

Изкуственият интелект и невронните мрежи могат да играят ключова роля в ранното и точно диагностициране на пневмония, което може значително да улесни работата на медицинския персонал и да подобри качеството на грижите за пациентите. Допускането е, че съществуват опростени архитектури на невронни мрежи, които с висока точност могат да класифицират рентгенови изображения на белите дробове и по този начин да се постигне автоматизирано откриване на пневмония. За целта са необходими невронни мрежи с различна сложност и дълбочина на архитектурата, както и подходящи хиперпараметри при обучението на моделите. За да се установи дали един модел е най-добър, е необходимо оптимизиране с помощта на предварително обучени невронни мрежи. Това изисква задълбочено изучаване и предсказване на техните свойства. Накратко казано, необходимо е и математическо описание на процедурата. Естеството на разгледаните приложни задачи в дисертацията изисква математически модели на невронни мрежи и изкуствен интелект.

## **3. Методика на изследванията**

За осъществяването на задачите, поставени в дисертационния труд, са използвани методи на математическото моделиране и програмиране, които се базират на невронни мрежи и данни от рентгеновата диагностика. Това включва сравнителен анализ на математически модели, програмно реализирани с помощта на невронни мрежи. За реализирането на математическите модели се използва езикът Python, който предлага богата библиотека от инструменти и пакети, полезни за обработка на данни и изграждане на невронни мрежи. С помощта на Python могат да се създават, обучават и тестват невронни мрежи за класификация на рентгенови изображения. Програмното представяне на невронните мрежи означава също дефиниране на архитектурата на мрежата, което включва брой и тип на слоевете, връзките между тях и активационните функции, които се прилагат. След дефинирането на архитектурата се извършва трениране на модела с помощта на обучаващи данни. На този етап се прави оптимизация на

параметрите на модела чрез минимизиране на грешката между предсказанията на модела и истинските стойности на класификацията на рентгеновите изображения. След тренирането на модела се извършат тестове и валидация, като се използват тестови данни, които не са били използвани по време на тренирането. Това помага да се оцени точността и ефективността на модела. Програмната реализация на математическите модели и използването на невронни мрежи в дисертационния труд позволяват анализирането на данни от рентгеновите изображения и класификацията на тези изображения спрямо наличието или отсъствието на пневмония. Това допринася за автоматизацията на диагностика на пневмонията и подобрява точността и ефективността на тази процедура.

Според мен дисертантката е приложила всичко това професионално. Тук става дума, както за методиките и софтуера, така и за качеството и значимостта на получените резултати.

#### **4. Характеристика и оценка на получените резултати**

Поставени са 4 задачи: Построяване и изследване на модели, базирани на невронни мрежи с различна сложност и дълбочина на архитектурата; идентифициране на най-добрата от тях и откриване на подходящи хиперпараметри при обучението на моделите; допълнителна оптимизация чрез използване на метода на преносимост на знания с предварително обучени невронни мрежи; сравнение на резултатите от приложените методи и получените модели. Дисертационният труд е структуриран в 5 глави.

**Глава 1** има уводен характер и е фундамент за изследванията в следващите глави. В нея се представят основните понятия и методи, свързани с избраната тема - използването на невронни мрежи. Направен е преглед на математическите методи, които се използват за изграждане на невронни мрежи. Това включва анализ на основните компоненти на невронните мрежи, като входни и скрити слоеве, връзките между тях и активационните функции. Проучени са различни математически модели и алгоритми, които подкрепят построяването и тренирането на невронни мрежи, с фокус върху тяхната способност за автоматизирана класификация. Чрез този анализ и представяне на основните понятия и методи в областта на невронните мрежи, Глава 1 предоставя теоретичната основа за развитието на следващите глави на дисертационния труд, които се фокусират върху конкретното приложение на тези методи за диагностика на пневмония.

В **Глава 2** на дисертационния труд се разглеждат моделите, насочени към образна диагностика, конкретно в областта на разпознаването на рентгенови изображения. Тази глава представя обзор на изследванията, свързани с тази област, и се фокусира върху приложението им в диагностика на пневмония. На основата на представената биологична справка и обзора на изследванията, се правят изводи и формулира постановката на задачата за разработване на модел за диагностика на пневмония чрез анализ на рентгенови изображения на белите дробове. Това включва поставянето на конкретни задачи, които трябва да бъдат решени.

В **Глава 3** се представят резултатите от приложението на метода на конволюционни невронни мрежи (CNN) за обработка и анализ на реални емпирични данни от областта на рентгеновата диагностика. В рамките на тази глава са създадени шест собствени модела с различна дълбочина на архитектурата

на невронните мрежи и различни активационни функции. Представени са статистически оценки на всичките шест модела. Чрез тези оценки е идентифициран най-добрият модел, който се отличава с най-висока способност за предсказване. Глава 3 дава важна информация и анализ за изследванията, свързани с приложението на конволюционни невронни мрежи в рентгеновата диагностика на пневмония, като подчертава значимостта на избора на подходяща архитектура и активационни функции за постигане на по-точни и надеждни резултати в класификацията на рентгенови изображения.

В Глава 4 се разглежда изграждането на модел, базиран на трансфер на знания, като се използва предварително обучен модел на невронни мрежи. Този подход използва знанията, придобити от предишно обучени модели, за обучаване на нов модел. Разглежда се възможността за пренасяне на знания от предварително обучени модели на невронни мрежи към модела, разработен за диагностика на пневмония. Това се извършва чрез използване на предварително обучени модели, които са се справили успешно със сходни задачи, и трансферирането на техните знания и опит към новия модел. Използването на трансфер на знания предоставя предимства, като ускорява обучението на новия модел и може да подобри неговата производителност и точност. Глава 4 представя важни резултати и изводи от използването на трансфер на знания в контекста на класификацията на рентгенови изображения на белите дробове за диагностика на пневмония. Този модел на обучение допринася за по-ефективна и точна диагностика, като използва знанията, вече придобити от предишни обучения, и ги прилага в новия контекст.

В Глава 5 на дисертационния труд се извършва сравнителен анализ между най-добрия модел, базиран на собствена архитектура, и модела, изграден чрез трансфер на знания. Този анализ има за цел да се определи, кой от двата модела е най-ефективен за диагностика на пневмония по рентгенови изображения. Сравнителният анализ включва оценка на производителността и точността на двата модела, използвайки статистически методи за оценка и сравнение. Чрез този анализ се определя кой модел предоставя по-добри резултати в класификацията на рентгенови изображения и предсказването на наличието на пневмония

## **5. Преценка на авторската справка**

Авторската справка отразява приносите и акцентите в дисертацията като цяло. Приносите имат научен, но в много по-голяма степен научно-приложен характер. Представените резултати могат да се използват директно в образната диагностика на белите дробове.

Оценявам приносите като колективни, оценявам ролята на научните ръководители, но водещата роля на дисертантката е несъмнена. Всички приноси могат да бъдат причислени към направлението „Обогатяване на съществуващи знания с цел приложение в практиката”. При решаване на подобни задачи връзката между теорията и практиката е двустранна – взаимно допълване и обогатяване.

## 6. Критични бележки по трудовете и литературна осведоменост на дисертанта

Дисертацията прави отлично впечатление. Написана е на правилен български език, изложението е стегнато и логически последователно. Нямам критични бележки по същество. Налице е и задълбочено познаване на литературата по разглежданите в дисертацията въпроси, видно от въведението, което прави получените резултати още по-убедителни. Литературната осведоменост на дисертантката се основава на най-нови източници.

## 7. Публикации по дисертацията

Резултатите са докладвани многократно на конференции и семинари у нас и в чужбина. Публикувани са в *Frontiers Microbiology*, *Asian-European Journal of Mathematics*, *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* Всички работи са в съавторство. *Frontiers Microbiology* има *IF 6.064*, по данни от 2022 г., принадлежи на квантил *Q1*, а *Asian-European Journal of Mathematics* има *IF 0.315*, по данни от 2023 г. Публикацията в *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng* има *SJR*.

Други данни за публикациите могат да се видят в представената таблица.

**Таблица:** Справка за трудовете

Статии – 5 бр.	<i>В чужбина - 4 бр. Front. Microbiol. , Asian-Eur. J. Math.- 2 numbers, . IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., Asian-Eur. J. Math.</i>
Доклади на международни научни прояви – 11 бр.	<i>Конференции и други форуми в България и Полша (XXVII Международна конференция на младите учени, VIII International Conference of Mathematics and Computer Science „Congressio-Mathematica”, IX Международна научна конференция на ПМФ на ЮЗУ “Modern Trends in Science”, AMEE’23 и др.</i>

## 8. Приложение на резултатите в практиката

Получените в дисертацията резултати имат определено приносен характер към моделирането с невронни мрежи и успешното им имплементиране в образната диагностика на белите дробове. Тук е важно да отбележим, че говорим за резултати с пряко потвърждение или предсказване от и в експеримента. Успешната реализация и надграждане предполагат решаването на нови интересни задачи и това ми е пожеланието към дисертантката.

## 9. Преценка на автореферата

Авторефератът отразява правилно и пълно съдържанието на дисертационния труд.

## 10. Лични впечатления

Не познавам дисертантката и нямам преки впечатления от нея.

### Заклучение

Отчитайки значимостта на проведените изследвания и след справка с ППЗРАСРБ и специфичните изисквания на ЮЗУ „Неофит Рилски“, мога да твърдя, че представената дисертация отговаря на препоръчителните наукометрични критерии за присъждане на научни степени. Въз основа на гореизложеното си позволявам да препоръчам на членовете на уважаемото НЖ да гласуват даване на ОНС „доктор“ на **Ирина Добрева Наскинова**, Докторска програма „Математическо моделиране и приложение на математиката“.

### СЪСТАВИЛ:

Проф. д-р Михаил Тодоров  
кат. „Матем. моделиране и числени методи“,  
ФПМИ при ТУ - София

7 септември 2023 г.  
София