

## РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен  
„доктор”

Автор на дисертационния труд: **Николай Кирилов Пенев**

Тема на дисертационния труд: **Диагноза и прогноза на мъгла по метода ГНСС метеорология и числени експерименти**

Научен ръководител: **доц. д-р Гергана Герова**

Професионално направление **4.1 Физически науки (Метеорология)**

Дисертацията е изготвена в: **Катедра „Метеорология и геофизика“ – ФзФ-СУ.**

Рецензент: **доц. д-р Елисавета Лазарова Пенева** (СУ „Св. Климент Охридски“)

Бях определена за член на научното жури по тази защита със Заповед на Ректора на СУ „Св. Климент Охридски“ № РД38-618 от 20.11.2023 г. Първото заседание на научното жури се състоя на 27.11.2023 г., на което бях определена за рецензент. Представените ми документи по защитата (дисертация, автореферат, автобиография, списък с публикации, самите публикации) отговарят на изисквания на ЗРАСРБ, на Правилника за прилагане на ЗРАСРБ на Министерския съвет на Република България, и на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Софийски университет. Това ми даде основание да рецензирам дисертационния труд.

### **I. Общо описание на представените материали**

#### **1. Биографични данни за кандидата**

Кандидатът Николай Пенев изпълнява изискванията на чл. 6 на ЗРАСРБ, тъй като е получил образователната степен магистър по Метеорология през 2016 г., през януари 2017 г. е бил зачислен като докторант по акредитираната от НАОА докторска програма „Метеорология“ на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ в редовна форма със срок на обучение 3 години (до 2020 г.), впоследствие трансформирана в задочна и удължена; подготовката е проведена съгласно изискванията на раздел II от ППЗРАСРБ; разкрита е процедура по защита.

Николай Пенев защитава бакалавърска степен по “Астрофизика, метеорология и геофизика” през 2014 г., и след това магистърска степен по „Метеорология“ през 2016 г. в Софийски университет „Св. Климент Охридски“, Физически факултет, Катедра „Метеорология и геофизика“. По време на следването в периода 2012-2014 работи като техник-геофизик в НИГГГ-БАН. След завършването си работи като ИТ специалист в Сириус Софт ООД. Дотук работата му не е свързана с областта на дисертацията и специалността му, но така придобива умения в научната работа и

значителна компютърна грамотност като програмист. В края на 2017 г. е назначен с конкурс в ДП „Ръководство на Въздушното Движение“ на летище София, където работи и досега по специалността си в Авиометеорологичната служба, която обслужва авиационната дейност. През януари 2017 г. е зачислен като редовен докторант, но по-късно след започването на работа на летище София, докторантурата е трансформирана в задочна форма, в следствие е удължена с една година. Кандидатът има значителен опит в оперативната работа на авиометеоролог, както и в научно-изследователска работа, участие в конференции и други.

Според представените ми документи не намирам нарушения в процедурата, считам критериите за допустимост на кандидата до защита за изпълнени в достатъчна степен, което ми даде основание да рецензирам труда.

## **2. Обща характеристика на дисертационния труд**

Представеният ми за рецензия дисертационен труд по вид, обем и съдържание съответства на специфичните изисквания на първичното звено, в което е изготвен (Катедра „Метеорология и геофизика“ на ФзФ).

Общият му обем е 118 страници, структуриран в 7 глави, като първите три въвеждат в проблематиката на дисертацията, завършва със заключение, списък на научните и научно-приложни приноси и списък на използваната литература. В библиографската справка са посочени 110 заглавия, от които 6 са на български език, а останалите на английски; посочени са и 3 източници от световната интернет мрежа. 85 от заглавията са публикувани в последните 10 години; това показва добро познаване от страна на докторанта на актуалното състояние на научните изследвания, свързани с темата на дисертацията. Графичният материал (общо 34 фигури) е с много добро качество. Представени са и 11 таблици с обобщена информация. Дисертацията оставя отлично впечатление като техническо оформление и съдържание.

В Глава 1 и 2 са обяснени актуалността на темата на дисертацията: метеорологичното явление мъгла е едно от най-трудните за прогнозиране. В същото време има огромно значение за дейността на авиацията, като в много случаи води до закъснения на полетите, объркване на въздушния трафик и големи финансови загуби. Описани са процесите, които водят до образуване на мъгла и чрез какви наблюдения може да се наблюдава и диагностицира. Дадена е литературна справка на изследванията на мъглата в световен мащаб, като особено е наблегнато на численото моделиране на явлението и на диагностицирането на мъгла чрез индекси на устойчивост. В отделен параграф са изброени модерните напоследък методи за изследване чрез машинно обучение, което е новост и особен фокус в дисертацията. Специално внимание се отделя на изследванията на мъглата в България, като е дадена подробна справка на публикациите по темата.

Основните задачи, разгледани в дисертацията, са формулирани, както следва:

- Да се изследват мъглите в София и Пловдив чрез модифицирани индекси на устойчивост;
- Обективно да се характеризира типа на атмосферната циркулация при поява на мъгла в София;
- Да се подобри прогнозата на мъгла на летище София чрез алгоритъм за машинно обучение и невронна мрежа;
- На базата на ГНСС тропосферни продукти да се разработи достъпен по интернет софтуер за подпомагане на свръхкраткосрочната прогноза на мъгла.

В Глава 3 са описани използваните данни и методи за обработката им. Надеждна информация за условията в метеорологичните станции Пловдив, Рожен, София и Черни връх са взети от записите SYNOP на всеки 3 часа. Сведенията от авиослужбата на летище София в записи METAR са също широко използван и надежден източник на информация. Като използвани методи са описани как се изчисляват индекси за неустойчивост и проведените числени симулации. Описан е накратко използвания числен модел за прогноза на времето WRF, широко използван и добре документиран модел. В работата се извършва и статистическа обработка на получените резултати, чрез дискриминантен анализ, той също е описан накратко. За обективна типизация на атмосферните обстановки е използвана класификацията на типовете циркулация, получени от COST-акция 733, и е използван разработения в рамките на тази акция софтуер. Последно се дава информация за методите от изкуствения интелект, с които са обработени данните от летище София, алгоритъм за машинно обучение Random Tree и невронна мрежа LSTM.

В Глави 4 до 7 се представят същинските резултати от работата. В Глава 4 са описани резултатите от обработката на данните на Летище Пловдив за появата на мъгла, като е дадено разпределението по сезони, видимост, часове на деня и продължителност. Показано е, че комбинираното използване на относителна влажност и индекс на устойчивост повишава надеждността на прогнозата. Освен това се установява, че може да се избере прагова стойност на индекса на неустойчивост, която адекватно да разделя случаите с мъгла от случаите, когато такава не се образува.

Глава 5 е посветена на мъглата в София, за която има значително повече публикувани изследвания, отколкото за Пловдив. В дисертацията добавената стойност е обективна класификация на типа циркулация, при който се е случила мъгла. От общо 26 типа циркулация са отчетени основно 6 типа, които благоприятстват формиране на мъгла, с максимум при антициклонален тип циркулация. Доказана е пригодността на индекса на неустойчивост за подобряване на прогнозата на мъгла, както и в Пловдив, като е изчислена класификационна функция, която с добра вероятност (77%) прогнозира формирането на мъгла.

Глава 6 е много интересна разработка на базата на методи от изкуствения интелект. Напоследък все повече се говори за необходимостта от използване на такива методи за прогноза на метеорологични явления, които са трудни за прогноза с конвенционалните методи. Два метода са използвани за прогноза на видимостта на Летище София, като данните се взимат от сведенията METAR: алгоритъм за

машинно обучение Random Tree и невронна мрежа LSTM. Резултатите са окуражаващи, въпреки сравнително ниската стойност на POD и намирам, че това е една първа стъпка към използването на методи AI в оперативната прогноза на летище София.

Глава 7 описва разработено уеб приложение, което е наречено демонстратор за прогноза на мъгла и комбинира резултатите от предните глави. Показаните тестови случаи показват ползата от комплексното разглеждане на явлениято, доказва, че трябва да се комбинират няколко методи за прогнозиране.

### **3. Актуалност на темата**

Прогнозирането на метеорологични явления е по-трудна задача от това на метеорологичните елементи (като температура, влажност и т.н) и все още има какво да се желае като вероятност за правилно прогнозиране. В частност мъглата е много локално явление, влияе се силно от релефа на областта и циркулацията, затова прогнозата за появата ѝ има сравнително ниска успеваемост. Обикновено се използват данни за температура и влажност на приземния въздух и субективния опит на синоптика е от голямо значение за правилното прогнозиране. В дисертацията е направен опит да се комбинират няколко типа данни, за да се покачи успеваемостта. Особено актуално е използването на методи от машинното обучение, които в последно време се оказват добър заместник на традиционните синоптични методи за прогноза. Що се отнася до нуждата от успешна прогноза на мъгла, това е особено важно за авиационната дейност, в която сфера работи докторанта. Научно-изследователската работа е много важна като приложение в оперативната дейност, и вярвам, че резултатите от дисертацията ще намерят скоро място при изготвяне на регулярните прогнози на летище София.

### **4. Основни научни и научно-приложни приноси**

Според параграф 8 от дисертацията, кандидатът описва 5 основни приноси, които отнасям към групата на научно-приложните.

- „Модификация и статистическа оценка на индекс за мъгла в Пловдив. Установява се, че индексът притежава статистически разграничима оценка за явленията, водещи до намалена или ниска видимост“. Смятам, че това изследване допринася много за опиасание на случаите на мъгла в Пловдив и е от полза за летището.
- „Статистическа оценка на два индекса за мъгла в София (SSI и FSI). Установено е, че вероятността за диагностициране на мъгла с SSI е 73.7%. Добавянето на скорост на вятъра, относителна влажност и интегрирана водна пара към SSI повишава вероятността до 77.9%. Вероятността за диагностициране на мъгла с FSI е 77.4%“. Изследването е коректно и задълбочено и допринася за познаването на формирането на мъгла в София.

Приемам този принос, въпреки относително малкото повишение на успеваемостта на прогнозата.

- „Обективна типизация на атмосферната циркулация при мъгла в София. Установено е, че мъгла най-често се наблюдава при: (1) антициклонален тип време, (2) циклонален тип време и (3) при слаб западен/югозападен поток. Получените резултати са от интерес в оперативната диагноза и прогноза на опасни явления“. Считаю приносът за валиден, тези резултати могат лесно да се автоматизират и приложат в оперативната работа.
- „Разработване и тестване на модел за оценка на видимостта на летище София чрез алгоритъм за машинно обучение и невронна мрежа. Алгоритмите за машинно обучение показват много добра способност за откриване на нелинейните процеси при образуване и разсейване на мъгла. Установено е положително отклонение в оценките на алгоритмите при стойности на видимостта под 2500-3000 m.“ Този принос е новост в изучаването на мъглата и въпреки сравнително ниските стойности на успеваемост има потенциал да се използва като допълнително средство при комплексен подход за прогноза на мъгла.
- „Разработен е уеб-базиран демонстратор за мъгла с ГНС тропосферни продукти. Данните в реално време за интегрираната водна пара могат да бъде използвана за следене фазите от развитието на мъгла в района на ГНС приемниците“. Този принос е от полза за крайните потребители, които лесно и бързо могат да проверят какво дават различните методи за прогноза на мъгла и да вземат информирано решение.

Надявам се резултатите от тази дисертация скоро да намерят място в оперативната практика на Авио-метеорологичната служба на летище София. Това би бил много съществен принос на дисертацията.

## **5. Научни публикации по темата на дисертацията**

По темата на дисертацията докторантът има 4 публикации, от които 3 са в списания с импакт фактор, които имат и квартил, а 1 е в сборник от доклади от конференции, публикувани в разширен текст. Представените доклади на конференция и семинари са 5, като 4 конференции са международни и един е национален семинар. Проверката на автора в наукометричната база данни Scopus.com показва 7 заглавия, от които три не са свързани с темата на дисертацията, а едно не е дадено в списъка от докторанта. Оценка индивидуално за всяка от тях е дадена по-долу:

- Penov, N.; Guerova, G.; Stoycheva, A. Fog Climatology and Stability Index for Plovdiv 1991–2018. C. R. Acad. Bulg. Sci. 2022, 75, 1156-1164. Списанието Доклади БАН е в квартил Q3. Статията съдържа резултатите от Глава 3 на дисертацията.
- Penov, N.; Stoycheva, A.; Guerova, G. Fog in Sofia 2010–2019: Objective Circulation Classification and Fog Indices. Atmosphere 2023, 14, 773. Списанието е в квартил Q2. Статията съдържа описаното в Глава 5 на дисертацията.

- Penov, N.; Guerova, G. Sofia Airport Visibility Estimation with Two Machine-Learning Techniques. Remote Sens. 2023, 15, 4799. Стисанието е в кватил Q1. Статията съдържа описаното в Глава 6 на дисертацията.
- Stoycheva A., N. Penov and G. Guerova, "Investigation of fog in Bulgaria using GNSS tropospheric products", in COST Action ES1206: Advanced Global Navigation Satellite Systems tropospheric products for monitoring severe weather events and climate, Jones et al. [editors], Springer [publisher], 2020, 206-210. Тази публикация не намерих в материалите по дисертацията, но се намира в интернет пространството. Публикувана е в книга, която обобщава резултатите, получени в рамките на COST action EC1206. В нея са анализирани 3 случая на мъгла в София, Оряхово и Пловдив, и е показано, че използването на IWV от ГНСС продуктите помага за обяснението ѝ.

Отчетени са и 3 цитати на статията за обективната класификация на циркулацията при мъгла в София (според наукометричната база Scopus.com), което е успех за публикация на докторант.

Що се отнася до оценката за степента на личното участие на докторантата в приносите, считам я за много висока. В 3 от представените 4 публикации по темата, както и 5-те доклади на конференции, Н. Пенов е първи автор.

От казаното дотук се вижда, че са изпълнени минималните национални изисквания, както и специфичните изисквания на Физически факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ относно публикационната дейност на докторанта.

## 6. Въпроси и критични бележки

При прочита на дисертацията възникнаха следните въпроси:

- При разглеждането на климатологията на мъглата, колко различни биха били резултатите, ако ноември се причисли към есенния сезон? В последните години на глобално затопляне все повече се установява, че дори и декември прилича повече на есенен месец, а март - на зимен.
- В Таблица 5.1 има ли колонка SSI+RH? Защо добавянето на IWV променя съвсем малко POD?
- В Таблица 6.3 е показана значимостта на входните параметри и първите 3 описват около 70%. Може ли да се вземат само те като входни? Вижда се, че дефицитът на точката на оросяване и височината на облаците са от съществено значение. Каква е ползата при положение, че долната граница на облаците също се прогнозира трудно? Биха ли се променили разглежданията при дискриминантния анализ и съставяне на класификационна функция (секции 4.2.2 и 5.3), ако се добавят и тези елементи?

Към работата имам и следните критични забележки, които не развалят доброто впечатление от работата:

- В съдържанието е пропусната препратката към секция Библиография

- Намерени са някои неточности в цитираните източници: липсва цитиране за Chollet et al. 2015 и Stoycheva, 2015, цитирането за софтуерния пакет Microsoft Excel е неясно, на стр.115 объркана препратка към Физон, връзките към източниците от интернет липсват
- В списъка на цитиранията намирам често изписване на географски обекти с малки букви, north sea, south korea
- Описанието на Фигура 5.1, 6.1, 7.1 и няколко други с „продължава“ обърква
- В Таблица 4.1 вероятно има грешка и не се дава FAR
- На Фигура 4.6 няма „д“ подфигура

## **7. Лични впечатления**

Познавам докторанта като студент-отличник и той успя да спечели уважение и похвали по всички предмети от обучението. Още тогава ми направи впечатление неговият интерес към природата, задълбоченост и склонност да анализира. С времето доброто ми мнение се затвърди и вярвам, че работата по дисертацията е била полезна и ще постави начало на още бъдещи изследвания.

## **8. Автореферат**

Авторефератът на дисертацията, изложен на 42 страници, отразява коректно съдържанието ѝ и включва основния аналитичен и графичен материал. Формулираните приноси и публикациите по темата съответстват на тези, изброени в дисертацията.

## **9. Заключение**

След като се запознах с представените дисертационен труд, Автореферат и другите материали, и въз основа на направения анализ на тяхната значимост и съдържащи се в тях научни и научно-приложни приноси, потвърждавам, че научните постижения отговарят на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за приложението му и съответния Правилник на СУ „Св. Климент Охридски“ за придобиване на образователната и научна степен „доктор“. В частност кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление 4.1 Физически науки (Метеорология) и не е установено плагиатство в представените по конкурса дисертационен труд, Автореферат и научни трудове.

Давам своята положителна оценка на дисертационния труд.

## **II. ОБЩО ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Въз основа на гореизложеното, препоръчвам на научното жури да присъди образователната и научна степен „доктор” в професионално направление 4.1 Физически науки (Метеорология) на Николай Пенев.

Дата: 30.01.2024 г.

РЕЦЕНЗЕНТ: доц. д-р Е. Пенева