

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор”
в професионално направление 4.1. Физически науки - Метеорология,
по процедура за защита във Физически факултет (ФзФ)
на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ)

Рецензията е изготвена от доц. д-р Татяна Стойчева Спасова – Национален институт по метеорология и хидрология (НИМХ), в качеството ѝ на член на научното жури съгласно Заповед № РД 38-188 от 25.04.2023 г. на Ректора на Софийския университет и решение на заседанието на научното жури от 03.05.2023 г. (Протокол № 1).

Тема на дисертацията: *“Комплексен подход за изследване на атмосферни аерозоли”*

Автор на дисертационния труд: **ВИКТОРИЯ ЛЮБОМИРОВА КЛЕЩАНОВА**

I. Общо описание на представените материали

1. Данни за представените документи

Кандидатката Виктория Клещанова е предоставила всички необходими документи: Дисертационен труд, Автореферат на български и на английски език, професионална автобиография, както и задължителните таблици за Физически ф-т изисквани от ЗРАСРБ, Правилника за неговото прилагане, Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ „Св. Климент Охридски“ и препоръчителните изисквания към кандидатите, което дава основание дисертационният труд да бъде допуснат за рецензиране.

Представени са и електронни копия на публикувани статии и доклади, както и 1 бележка за приета за публикуване статия, подкрепящи постиженията на кандидата. Липсва, макар и като предпечатна версия на публикацията V. Kleshtanova, V. V. Ivanov, F. Hodzhaoglu, J.E. Prieto, V. Tonchev, Model hierarchy to reanalyze results from an archetypical experiment on the kinetics of heterogeneous nucleation - the electrodeposition of Hg on Pt, by I. Markov and E. Stoycheva. Crystals (MDPI) Preprint, в основата на която е Глава 8 от дисертацията.

2. Данни за кандидата

Виктория Клещанова получава магистърска степен по специалност „Метеорология“ във Физически факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ през 2018 г. От 10 януари 2019 г. тя е зачислена като редовен докторант за срок от 3 години в професионално направление 4.1. Физически науки – Метеорология, към катедра „Метеорология и геофизика“. С решение от заседание на Факултетния съвет на Физически факултет редовната ѝ докторантура е трансформирана в задочна такава, считано от 01.04.2021 г., с краен срок - 01.04.2022 г. Докторантурата е била удължена до 01.04.2023 г.

От януари 2019 г. досега В. Клещанова работи в НИМХ като прогнозист на време, а от април 2022 г. като асистент в Департамент „Прогнози и информационно обслужване”, Сектор „Метеорологични прогнози”.

3. Обща характеристика на научните постижения на кандидата

Предоставеният ми за рецензиране дисертационен труд по вид, обем и съдържание съответства на специфичните изисквания на първичното звено, в което е изготвен. Общият му обем е 111 страници, от които 85 по същество. В библиографската справка са посочени 129 заглавия. Авторефератът на български език е с обем 57 страници, този на английски – 53 страници и съдържанието им съответства на това на дисертацията. Графичният материал се състои от 50 фигури и 7 таблици. Някои от фигурите не са с много добро качество.

Дисертационният труд е посветен основно на изследването на концентрациите на аерозоли в атмосферата с различни методи и подходи. Тематиката безспорно е важна и актуална, тъй като аерозолите оказват влияние върху времето и климата както чрез пряко разсейване и поглъщане на постъпващата от слънцето радиация и задържане на излъчваната от земната повърхност дълговълнова радиация (ефективно радиационно въздействие), така и чрез промяна на оптичните свойства на облаците и образуването на облаци и валежи. Влиянието на аерозолните частици върху горните процеси все още не е добре изследвано и включването му в параметризационните схеми на числените модели за прогноза на времето и в климатичните модели в различни пространствени и времеви мащаби търпи постоянно усъвършенстване.

Целта на дисертацията е за първи път в България да се направи комплексно изследване на облачни кондензационни ядра (ОКЯ), получени от измервания с брояч на ОКЯ (БОКЯ) в Базовата екологична обсерватория (БЕО) на връх Мусала. Разглежданият период обхваща цялата 2016 година. Задачите, свързани с тази цел са:

- 1) Намиране на закономерности в разпределението на ОКЯ;
- 2) Определяне и изследване на екстремумите (минимуми и максимуми) на концентрацията на ОКЯ;
- 3) Свързване на разпределението на ОКЯ с различни синоптични обстановки и циркулационни особености в страната;
- 4) Описание на хетерогенно зародишообразуване при специфични електрохимични условия с помощта на три известни модела на кристализация.

Публикациите по тематиката на дисертацията са общо 5, като 4 от тях са в списания с ISI импакт-фактор (едната под печат), и 1 – в списание без IF. Във всички публикации В. Клещанова е първи автор. Тези наукометрични показатели надхвърлят препоръчителните изисквания на Физическия факултет на СУ за образователната и научна степен „доктор“.

В. Клещанова е ръководител на 3 научни проекта, финансирани от български източници, а именно в 3 етапа на Национална програма „Млади учени и постдокторанти“ – през 2019, 2021 и 2022 г. И трите проекта са свързани с тематиката на дисертацията. Участник е в 2 научни проекта, финансирани от български източници и в 1 – финансиран от международни източници (COST, CA16202). Споменати са 6 представяния на национални научни форуми по тематиката на дисертационния труд.

Няма доказано плагиатство в представените дисертационен труд и Автореферат (приложени са два доклада за намерено сходство, изработени от научния ръководител доц. В. Тончев, чиито заключения са, че няма плагиатство).

4. Съдържателен анализ на научните и научно-приложните постижения на кандидата съдържащи се в материалите за участие в конкурса

Изложението в дисертацията е обобщено в 8 глави, заключение, приноси на кандидата, списък на публикациите и на изнесените презентации.

Първите три глави от дисертационния труд могат да бъдат характеризирани като обзорни, като в тях са въведени основни понятия и концепции и са обобщени резултати от изследвания представени в около 100 публикации. В първата глава е аргументирана актуалността на направеното изследване и са формулирани основните цели.

В Глава 2 се въвеждат основни понятия като „аерозол“, „облачни кондензационни ядра“, типове взаимодействия. Описани са и двата основни метода за определяне и прогнозиране на концентрациите на ОКЯ – с теорията на Кьолер и чрез емпиричния степенен закон на Томей. Направен е доста обстоен обзор на изследванията на ОКЯ в световен мащаб, по-подробно за Балканския полуостров, най-вече в Гърция. От изследванията в България е спомената само 1 публикация по дипломната работа на кандидатката от 2019 г. от AIP Publishing LLC., което може би се обяснява с факта, че броячът на ОКЯ в БЕО Мусала започва да работи в края на 2015 г. и са малко учените с достъп до тези специфични измервания.

Глава 3 представлява описание на използваните в дисертационния труд данни и методологии за изследване на ОКЯ: 1) пресмятане на обратни траектории на въздушните маси с модела HYSPLIT за определяне на произхода им и подложната повърхност, над която преминават; 2) описание и класификацията по типове време, въз основа на циркулационните особености; 3) анализ на синоптични обстановки с използване на карти от Глобалната прогностична система (GFS) и карти от реанализи на NCEP/NCAR; 4) описание на класификацията на Jenkinson-Collison-Types. Начинът по който са описани тези методологии показва разбирането и осмислянето на същността им от докторантката, което е необходима предпоставка за правилното им прилагане в практика.

Глава 4 е посветена на изследване на концентрациите на ОКЯ при две синоптични обстановки през 2016 г., показателни съответно за зимното и лятното полугодие. Анализирани са измерените концентрации, определени са екстремните стойности и са отделени обстановки с концентрации над определена стойност (в случая над 400 броя ОКЯ на куб. м за м. януари и над 2500 – за м. юли). Представен е денонощния ход за една от зимните и една от летните обстановки. Направен е подробен анализ на синоптичните процеси, протекли в тези периоди (барично поле, вятър, относителна влажност) и съответните отчетени изменения в концентрациите на ОКЯ. В явен текст е подчертано, че концентрацията на ОКЯ през летния месец е много по-висока в сравнение със зимния. Докторантката показва добри умения както в графичното представяне, така и в описателния анализ на синоптичните обстановки.

Резултати от тази глава са публикувани в Българското списание по метеорология и хидрология на НИМХ.

Глава 5 е посветена на изучаване на обратните траектории на въздушните маси достигащи връх до Мусала, отново за месеците юли и декември. Тук се въвежда нова нормирана променлива n_d , която представлява процентът на броя ОКЯ с определен размер/диаметър към общия им брой в разглеждания обем. На фиг. 5.1 и 5.2 са изчертани зависимостите на тази нова променлива от диаметъра на ОКЯ при 6 стойности на пренасищане на въздуха за всеки ден от

разглежданите месеци. Прави впечатление *голямото сходство на представените криви при еднакви стойности на пренасищането за двата месеца* и съм любопитна *какво може да е обяснението*. Представено е и изменението на средноденоношните концентрации на ОКЯ през двата разглеждани месеца. Не считам за особено удачно при представянето за м. декември, където концентрациите са почти 5 пъти по-ниски, скалата по оста У да е еднаква с тази за м. юли. В текста са споменати някои възможни причини за по-високите концентрации на ОКЯ през летния месец, като е казано: “ (i) През юли се отчитат повече замърсители, включително полени и също в резултат на големи пожари в земеделски площи; (ii) Преносът на прах в Сахара е по-интензивен през юли“.

Въпрос: Правена ли е справка дали в дните с повишени концентрации на ОКЯ през юли 2016 г. е имало повече полени и имало ли е Сахарско нахлуване? Ако е правена подобна справка и са констатирани такива случаи, то съвпадат ли дните на измерени повишени концентрации с дните на епизоди с повече полени и/или прашни нахлувания?

На базата на резултати от модела HYSPLIT е направена връзка между измерените концентрации на ОКЯ и височината на слоя, през който са преминали въздушните маси (ВМ) в последните 72 ч. като са преброени и групирани случаите с ВМ от висок, среден и нисък слой на атмосферата и под формата на box-plot е направена статистическа оценка за двата месеца. Направено е и групиране на концентрациите ОКЯ спрямо типовете време, оказващо влияние върху атмосферната циркулация над България. Третият тип групиране е спрямо времето от тези 72 ч, което ВМ прекарват над определен вид подложна повърхност и резултатите отново са представени като box-plot.

Като метеорологични данни са използвани NCEP/NCAR реанализите за периода 1981 – 2010 г. и са представени карти на геопотенциала и на температурната аномалия на изобарно ниво 700 hPa за всеки от разглежданите месеци. Дните с отчетени екстремуми в средноденоношните концентрации (фиг. 5.3) са свързани с метеорологичните данни от реанализа и са установени някои връзки.

Резултати от тази глава са публикувани в *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*.

В Глава 6 се изследва връзката между автоматичната класификация на атмосферните процеси и екстремумите на средноденоношните концентрации на ОКЯ при пренасищане $S=0.43\%$. Преброени са дните с екстремно ниски и екстремно високи средноденоношни концентрации за всеки месец от 2016 година. Оказва се, че най-много случаи с екстремно ниски стойности има през март, май и октомври, а с екстремно високи стойности – през май. Дните с екстремно ниски и екстремно високи концентрации на ОКЯ са групирани спрямо типовете атмосферна циркулация на JCT и резултатите са представени графично. Направен е анализ и заключението е, че екстремно ниски концентрации се отчитат най-често при С, NW и W, а екстремно високи концентрации при SW, W и NW.

При средночасово осреднените концентрации отново е изследван броя случаи с екстремно ниски и екстремно високи отчетени концентрации на ОКЯ по месеци при $S=0.43\%$. Заключението е, че като цяло, концентрацията на ОКЯ е по-висока през лятото, отколкото през зимата. Несигурността при екстремно ниските стойности е по-голяма отколкото при екстремно високите.

Тук отново, както и в Глава 5, е приложен модела HYSPLIT за всеки ден с отчетени минимум или максимум на концентрацията на ОКЯ. Избраната продължителност на траекторията е 72 часа назад, а обратните траектории достигат връх Мусала всеки ден в 12 UTC. Моделът дава информация за местоположението, географските координати и надморската височина, на въздушната маса във всеки един час. Използват се два вида групиране: 1) според повърхността, над която преминават въздушните маси (BM) - морска (S) или континентална (C); и 2) според надморската височина, през която преминават въздушните маси - ниска, междинна и висока. Сравнявайки височината на въздушните маси с техния произход, се стига до заключението, че случаите с изключително ниски концентрации на ОКЯ не могат да се свържат с конкретна зависимост между тях, докато за изключително високите концентрации се откриват две най-често срещани зависимости: 1) BM, идващи от ниските слоеве и чисто континентални (Cc) и 2) BM, идващи от средните слоеве на атмосферата, които са прекарвали повече от 75% от времето над континента (Cb). И двата резултата са представени като двумерни хистограми.

Резултати от тази глава са публикувани в списание Доклади на БАН.

Глава 7 разглежда резултати от приложението на закона на Томей. Данните за разпределението на ОКЯ са апроксимирани чрез закона на Томей за всичките 6 използвани от БОКЯ пренасищания. Избрани са 4 месеца от 2016 г., представителни за четирите сезона. Данните са представени графично, получени са стойностите на параметрите C и k от закона на Томей, изчислена е стандартната грешка R^2 както и други статистически характеристики. Голяма част от данните описани със закона на Томей имат R^2 над 0,95% през целия разглеждан период, а най-ниската получена е 0,81%.

Изследвана е и е открита зависимост между стойностите на параметрите C, k и основни метеорологични характеристики като температура, посока и скорост на вятъра, относителна влажност, атмосферно налягане. Направено е сравнение на зависимостите между C, k и температурата в синоптична станция Мусала и климатична станция Боровец.

Констатиран е аналогичен ход на параметъра C и на температурата, резултати получени за различни периоди от време за разглежданите четири месеца и в двете станции. Намирането на физично обяснение за поведението на параметрите и последващо разделяне на характерни периоди от време, генерира нови научно-изследователски въпроси, обект на бъдещи допълнителни изследвания, според плановете на докторанта.

В табличен вид са дадени корелационните коефициенти на Пиърсън между параметрите от уравнението на Томей и съответните минимални, максимални и средноденонощни C, k и температури, както и типовете атмосферна циркулация по JST. Определени са зависимости между параметъра C и температурата при най-високите корелационни коефициенти.

Глава 8 от дисертацията е посветена на повторен анализ на данни от експерименти по хетерогенно зародишообразуване в електрохимични условия, проведени от други автори. Направена е аналогия между изследванията на ОКЯ и отлагането на пари върху твърди повърхности, веднъж концептуално и веднъж, при дефинирането на пренаситеността в експерименталната система и с тази на пренаситените пари в атмосферата. Данните са апроксимирани като са използвани три модела – съответно дву-, три- и четирипараметричен.

Изследванията в тази глава са представени в публикация в списание Crystals на MDPI.

В заключението са обобщени направените в предходните глави изследвания, както и получените резултати.

Формулираните приноси на докторанта съответстват на поставените в началото цели.

- Установена е връзка между максимумите в концентрацията на ОКЯ, обратните траектории на въздушните маси и синоптичните обстановки през 2016;
- Намерени са зависимостите между екстремумите на концентрацията на ОКЯ и типовете циркулация на Jenkinson-Collison-Types;
- Намерени са високи корелационни коефициенти между параметър от уравнението на Twomey и температурите на Мусала и в Боровец;
- Нов анализ на публикувани данни за хетерогенно зародишообразуване в електрохимична среда с помощта три модела.

Приносите могат да се определят като надграждане на съществуващи и получаване на нови знания, основа за бъдещи изследвания в научен научно-приложен план. Получените връзки между концентрациите на облачните кондензационни ядра и типа атмосферна циркулация могат да бъдат приложени в оперативната прогноза на времето, на валежите и особено на опасни явления като градушките.

5. Критични бележки и препоръки

Свършената работа за събирането, обработката на данните и получените резултати безспорно е доста трудоемка и изисква разностранни качества и умения, които докторантката притежава. Данните са изследвани от различни страни, с различни техники и подходи, което наистина оправдава заглавието на дисертацията „Комплексен подход за изследване на атмосферни аерозоли“. За съжаление, на много места резултатите само са показани и разказани, но липсва анализ. Предполагам, че с натрупаните досега опит и умения, В. Клещанова ще продължи изследванията по тематиката като обърне повече внимание на анализите на причините за измененията в концентрациите на ОКЯ при различни синоптични обстановки, при различни типове подложни повърхности, над които е преминала въздушната маса, височината на потока и т.н.

Необходима е по-прецизна формулировка на текста на български език и някои допълнителни уточнения.

Гореспоменатите забележки в никакъв случай не омаловажават положения от В. Клещанова труд и значимостта на получените резултати.

6. Лични впечатления за кандидата

Почти нямам лични впечатления от В. Клещанова. Слушала съм нейно представяне на една среща по COST CA16202 inDust, където тя запозна аудиторията със случаи на нахлуване на въздушни маси от Сахара над нашата страна. Останах много впечатлена от съдържанието, начина, по който бе направена презентацията и увереността, с която бе изнесена. Това са ценни качества.

7. 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 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 **Виктория Любомирова Клещанова**.

25.06.2023 г.

Изготвил рецензията:

доц. д-р Татяна Спасова