

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд на Биляна Руменова Мирчева,
задочен докторант в катедра „Метеорология и Геофизика“ , Физически факултет
на СУ „Св. Климент Охридски“ на тема „Аномалии на компоненти от хидрологичния
цикъл в България в периода 2003-2014г.“,
представен за присъждане на образователна и научна степен доктор в научна област на
висше образование 4. Природни науки, математика и информатика в професионално
направление 4.1. Физически науки (Метеорология)

от

проф. дн Нейко М. Нейков,
Национален институт по метеорология и хидрология,
Цариградско шосе 66, гр. София

Основание: Със заповед на Ректора на СУ „Св. Кл. Охридски“ № РД38-94/15.02.2021 г. бях назначен за член на научно жури за защита на дисертационния труд. На първото заседание на научното жури бях избран за рецензент.

Биографична справка: Биляна Руменова Мирчева е завършила бакалавърската програма по астрофизика, метеорология и геофизика във Физическия факултет на СУ през 2014 г. През 2016 г. се дипломира като магистър по метеорология. На 18.07. 2016 г. е зачислена за редовен докторант към катедра „Метеорология и геофизика“ на Физическия факултет на СУ. Редовната докторантура е трансформирана в задочна форма на обучение на 01.10.2017г. На 23.12.2019 г. срокът на задочната докторантура е удължен с една година за периода 01.02.2020 до 01.02.2021г.

Материали по защитата: Във връзка със защитата са ми предоставени: дисертационен труд, автореферат, удостоверение за положени изпити от индивидуалния план и автобиография. Дисертационният труд се състои от 8 глави, като в 1-ва глава са поставени целите, докато в 8-ма глава са дадени научните приноси, списък на публикации и цитирания. Дисертационният труд е в обем от 144 страници. Списъкът с литературата съдържа 138 заглавия. Авторефератът е в обем от 55 страници.

Общо за проблемите разглеждани в дисертацията: Най-общо казано, дисертацията е посветена на анализ и интерпретация на пространствено-времеви редове от данни чрез декомпозиция на спътникови наблюдения и оценка на индекси за валеж, засушаване, наземно водно количество, характеризиращи компонентите на хидрологичния цикъл за България. Глава 7 на дисертацията е посветена на използването на статистическата методология на копулите за оценка на грешките в индексите на топлинен стрес и пожароопасност в 12 климатични модела.

Цели на дисертацията: Целта на дисертацията е да се разкрият и оценят факторите водещи до сух и влажен режим на хидрологичния цикъл в България за периода 2003-2014 г. чрез използването на съвременни дистанционни методи за сондиране на атмосферата и наземното водно количество. Темата на дисертационния труд, целта и свързаните с нея задачи са актуални, тъй като се поставя началото на комплексно изследване на връзките между компонентите на хидрологичния цикъл за България и имат научно-приложен характер. Целта и задачите на дисертацията са формулирани в глава 1.

Степен на познаване състоянието на проблема: В глава 2 е направен критичен литературен обзор на съвременните методи, числени модели и технологии за събиране на информация, свързани с изследванията на хидрологичния цикъл, климатичните

промени, прогнози и рискове. Отделено е специално внимание на съставните екстремни събития, проявления на процеси протичащи в природата, обоснована е необходимостта от изследване на съответните им многомерни вероятностни разпределения. От представения литературен обзор личи задълбочено познаване на тематиката. Проучени са над 130 научни публикации от наши и чужди автори. От направения литературен обзор се констатира, че докторантът познава добре литературата в областта на изследването.

Методи на изследване: В глава 3 са изложени накратко, статистическите методи, използвани в глави 4-6, за анализ на времеви редове от данни за периода 2003-2014 г. за района на гр. София. Дадена е подробна справка за използваните данни: 1) месечни средни температури и валеж, измерени в синоптичната станцията на НИМХ, гр. София; 2) спътникови наблюдения за интегрираната водна пара (ИВП) от ГНСС станция София-Плана; наземно водно количество (TWS) от спътниковата система ГРЕЙС; 3) температура, количество валеж, интегрирана водна пара, аномалии на наземното водно количество (TWSA) и почвена влага от регионалния климатичен модел Аладин-климат; 4) температура и количество валеж в три точки, най-близки до станцията на НИМХ в София от ренализ ERA5 на ECMWF; 5) месечни стойности на Северно-атлантическа осцилация (NAO), Средиземноморски осцилационен индекс (MOI), Атлантически осцилационен индекс (AMO), Скандинавски осцилационен индекс (SCAND). Използвани са съвременни статистически методи за анализ на времевите редици от данни като: а) сезонна декомпозиция (STL) по Cleveland, основава на робастната към големи аномалии наблюдения локална непараметрична регресия (LOESS) в комбинация с робастната непараметрична линейна регресия на Theil-Sen за разкриване на линеен тренд; б) стандартизиран индекс за валеж SPI и индекс на засушаването DSI; в) копули за моделиране на двумерни екстремни събития.

В Глава 4 е изследван потенциалът на спътникова система ГРЕЙС за наблюдение на аномалиите в интегрираните наземни и подземни водни количества по време на горещата вълна през 2007 г. в Югоизточна Европа. За постигането на поставените цели е използвана STL методология на Cleveland, намерени са дългосрочни и сезонни трендове по времевите редици от данни. Използвани са корелационни и автокорелационни коефициенти на Пирсън като мярка за линейна зависимост между времевите редици на TWSA и съответните им трендове за България, Унгария и Полша за периода 2003-2013 г., на основата на което се прави извод за времево отместване от шест месеца за региона. Показано е сходство на данните за България и Унгария и различие с данните от Полша, което се дължи на поведението на циркулационните процеси над Европа. Проведен е сравнителен анализ на наземните и спътникови данни, характеризиращи хидрологичния цикъл със съответните на модела Аладин-климат. Резултатите в тази глава са представени таблично и графично и на тяхна основа са направени правдоподобни изводи.

Основните резултати от тази глава са публикувани в статията на Mircheva et al. (2017).

Глава 5 е посветена на изследването на наводненията през 2014 г. като опасни метеорологични явления и разкриване на статистически зависимости във времевите редици от данни с цел подпомагане на дългосрочни прогнози. Резултатите в тази глава се основават на анализ на: 1) средномесечни аномалии от наблюдения на температурата, валеж и TWSA за периода 2003-2014 г., измерени в станцията на НИМХ в София; 2) определяне на дългосрочни и сезонни тенденции по данни от 1); 3) корелации между данните от 1) и индексите на климатична изменчивост NAO, MOI, AMO и SCAND; 4) корелации и декомпозиции между данните от 1) и данните от атмосферен реанализ ERA5.

В таблици 5.1, 5.3, 5.5 и 5.7 са дадени корелационните коефициенти на Кендал между дългосрочните компоненти на времевите редове, нелинейните компоненти на дългосрочните трендове на времевите редове и индексите на климатична изменчивост NAO и MOI с температурата, валежа и TWSA от центровете CSR, GFZ и JPL с лагове до 6 месеца. Голям процент на корелационните коефициенти са статистически значими, но с не високи стойности, което е индикатор, че прогностични модели, основани на линейни регресионни модели не биха били надеждни. В параграф 5.4 е проведен анализ на аномалиите на температурата и валежите от атмосферен реанализ ERA5 и наблюденията в станцията на НИМХ, София за периода 2003-2014 г. Корелационните коефициенти по Кендал между редиците от стойностите на: 1) температурата от наблюденията в София и реанализ ERA5; 2) валежи от наблюденията в София и реанализ ERA5 са значими и високи. Установено е голямо сходство между дългосрочните компоненти на времевите редици на температурата и валежа от наблюденията, получени по STL метода на Cleveland, и съответните редици от данни в трите точки на реанализ ERA5, за което съдим по плотовете на фигури 5.10. Тези резултати потвърждават надеждността на данните от реанализ ERA5.

Основните резултати от тази глава са публикувани в статията на Mircheva et al. (2020).

В глава 6 предмет на изследване са стандартизираният индекс за валеж SPI и индексът за степента на засушаване DSI за анализ на риска от появата на опасни метеорологични явления. Анализирани са времеви редици от данни за периода 2003-2014 г. Стойностите на индекса SPI са пресметнати по месечните наблюдения от станцията на НИМХ в гр. София. Стойностите на индекса DSI са получени като средна стойност на DSI индексите, пресметнати в трите оперативни центъра CSR, GFZ и JPL по месечните аномалии на наземното водно количество TWSA от ГРЕЙС. Чрез трансформиране на стойности на тези индекси в 7 категории са анализирани и идентифицирани опасните метеорологични явления през 2007 и 2014г., характеризиращи се с гореща вълна и множество наводнения, съответно. Корелационните коефициенти на Пирсън между стойностите на DSI и SPI с отместване във времето са със сравнително ниски стойности. Най-високата стойност на коефициента на корелация е 0.36, според таблица 6.3, от което следва че линейното регресионно уравнение с предиктор SPI обяснява само 12% ($0.12=0.36^2$) от разсейването на данните на индекса DSI. От графиките на фиг. 6.4 се забелязва голямо сходство между дългосрочните компоненти на тези индекси, получени след STL декомпозицията по Cleveland, като минималните и максималните им стойности съвпадат с 2007 г. и 2014 г., които се характеризират с горещата вълна и наводнения в България, съответно. В параграф 6.3 е проведен сравнителен анализ на SPI и SPI_{ERA5} индексите, пресметанати по времевите редици от наблюдения и реанализ ERA5, съответно. Забелязва се високо сходство между стойностите на тези индекси, за което съдим също от стойността на коефициент на корелация (0.8) между тях. От същия порядък са стойностите на коефициентите на корелация между SPI_{ERA5} и DSI с отместване във времето. Резултатите, получени в тази глава, показват че двата типа индекси са полезно средство за анализ и оценка на риска от появата на неблагоприятни метеорологични явления и допускат адекватна и правдоподобна интерпретация.

Глава 7 е посветена на изследването на екстремни съставни метеорологични и климатични събития, които се проявяват в резултат от комбинацията на няколко физически процеса като наводнения, засушавания, пожари и топлинен стрес. Интересите на докторанта в това направление са в резултат на участие в работната група "Нови статистически подходи за разработване и проверка на модели" на Европейска научна мрежа COST 17109 "Изследване и моделиране на съставни сложни събития на времето и климата". Ще отбележа, че многомерните методи в статистиката са добре

развити за многомерната елиптична фамилия от разпределения, частен случай на която е многомерното нормално (Гаусово) разпределение. Теорията на копулите предоставя ефективни методи за конструиране на многомерни вероятностни разпределения на векторни случайни величини чрез едномерните им вероятностни разпределения. Многомерните копули за моделиране на екстремни векторни случайни величини, представляват определен интерес за тази COST акция, тъй като едномерната теория на екстремните стойности е добре развита. Например за оценка на риска от сбъждане на екстремни събития в ежедневната практика се използват едномерното обобщено разпределение на екстремните стойности или разпределението на Парето за екстремни стойности, превишаващи даден праг. За целите на метеорологията и климатологията използването на многомерните копули на екстремните стойности на съставни събития за прогностични цели е изключително актуална задача, която е все още в начален етап на развитие, тъй като наблюдаваните процеси са пространствени и нестационарни, което е било основателен мотив за финансирането на тази COST акция.

Използвани са регулярни 6-часови стойности на температурата (T) на въздуха и относителната влажност (RH) на 2 м за периода 1979-2005 г. от реанализ ERA-Интерим и 12 глобални климатични модела. На фигури 7.3 и 7.4 са представени непараметрични оценки на плътностите на едномерните разпределения на температурата и влажността от ERA-Интерим, климатични модели CMIP5, BNU-ESM и други и двумерното разпределение на копулата им за периода 1979-2005 г. Вижда се, че оценените едномерни плътности на T и RH по различните модели са асиметрични, а някои са двумодални. Директното използване на многомерното нормално разпределение за анализ на данните би довело до неправдоподобни и съмнителни изводи. Анализът е ограничен в рамките на месеца от годината с най-висока средна температура, на основата на осреднени данни от реанализ ERA-Интерим за всяка точка от мрежата. Разглеждането само на един месец не е ограничение на общността, поради стационарния характер на разглеждания процес в рамките на лятото, когато топлинния стрес и рискът от пожар са най-вероятни. Изследването е мащабно за различни региони от земното кълбо. Направена е количествена оценка на влиянието на грешките на температура, относителната влажност и тяхната зависимост върху индекса за топлинен стрес и пожароопасност от дванадесет климатични модели, като изводите се отнасят и за София.

Основните резултати от тази глава са публикувани в дискуссионната статия на Villalobos-Herrera et al. (2020).

Научни приноси, публикации и представяне на резултатите: Основните резултати в дисертационния труд са публикувани в 3 статии в международни списания с импакт фактор, 1 публикация в Годишник на СУ и 1 публикация във финалния отчет на научната мрежа COST Action ES1206. Всички публикации са в съавторство, от които е видно че приносът на Б. Мирчева е значителен, изразяващ се в подготовка и анализ на данните с подходящ софтуер, интерпретация и описание на получените резултати. Формулираните приноси и публикации по темата съответстват на изброените в дисертацията. Приносите са от научно-приложен характер и приемам заявените претенции.

Забелязани са две цитирания на публикацията на Mircheva et al. (2017).

Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му: Авторефератът на дисертацията, изложен в 55 страници, отразява коректно съдържанието на дисертацията и включва основния графичен материал.

Критични бележки и бъдещи изследвания: Изследванията в глава 4-6 на дисертационния труд са насочени към модели на очакването (средната стойност) на

съответните времеви редове, което е класическа и актуална задача при анализ на данни. Особен интерес в климатологията и хидрологията представляват изследванията, насочени към емпирични модели на високите или ниските квантилни стойности, тъй като климатичните изменения се проявяват най-често в тях. Тези въпроси не са разглеждани в дисертационния труд, което би могло да се разглежда като недостатък, но също така и като проект за бъдещи научни изследвания, в който да се използва статистическата методология за моделиране на Гаусово и не-Гаусово разпределени данни, основани на обобщените и квантилни адитивни (непараметрични) модели, развити за разкриване на нелинейни зависимости, частен случай на които е локалната непараметрична регресия (LOESS), широко използвана в настоящата дисертация. При реализирането на такъв проект ще бъдат получени директно оценки на зависимостите и ще отпадне необходимостта от пресмятането на корелационните коефициенти на Пирсън и Кендал, които са мерки за линейна зависимост и често пъти водят до противоречиви изводи.

Заключение: От направената проверка на представените материали за защита на дисертация не съм констатирал нарушения в процедурата. Отчитайки изложените факти, считам, че дисертационният труд на Биляна Руменова Мирчева отговаря на изискванията на ЗРАСРБ, на Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, както и на Правилника за прилагане на Закона за развитие на академичния състав на СУ „Св. Климент Охридски“. Това ми дава право да препоръчам на уважаемото научно жури да присъди на Биляна Руменова Мирчева образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление 4.1. „Физически науки“, научна специалност "Метеорология".

22.04.2021 г.
гр. София

подпис: