

## РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационния труд за присъждане на  
образователната и научна степен „Доктор“

на

**Любомира Недялкова Райкова**

на тема

**„Влияние на слънчевата активност върху температурния режим на въздуха  
в карстови пещери“**

*Научна специалност:*

*„Физика на океана, атмосферата и околоземното пространство“*

*Научен ръководител: доц. д-р Алексей Стоев*

*Рецензент: проф. д-р физ. инж. Гаро Мардиросян*

*секция „Дистанционни изследвания и ГИС“ на*

*Институт за космически изследвания и технологии при БАН (ИКИТ-БАН)*

### Основание за изготвяне на рецензията

Настоящата рецензия е изготвена в изпълнение на Решение на Научния съвет на ИКИТ-БАН (Протокол № 18/02.10.2024), Заповед № 82/09.10.2024 на Директора на ИКИТ-БАН проф. Георги Желев, Решение на Научното жури (Протокол № 1/17.10.2024) и в съответствие с Чл. 4 на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), чл. 30 от Правилника за неговото прилагане и чл. 6 от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в БАН и Чл. 4 и Чл. 32 (1) от ЗРАСРБ.

### Формална допустимост

От предоставените материали от Любомира Райкова, както и от представените за рецензиране и изготвяне на становища Дисертационен труд и Автореферат е видно, че са удовлетворени формалните изисквания и са налице необходимите условия за допустимост и стартиране на процедурата по публична защита на дисертационния труд. Като докторант на редовна форма на обучение същата има 460 кредита и удовлетворява изискуемия минимум от 250 кредита по Кредитната система за обучение на докторанти в БАН.

### Кратки биографични данни

Любомира Райкова е родена през 1982 г. в гр. Стара Загора. През 2006 г. е придобила квалификация Бакалавър по физика от Софийски университет „Св. Климент Охридски“. От октомври 2019 г. е магистър по опазване и управление на околната среда от Тракийски университет – Стара Загора. Три години е работила в сферата на информационните технологии. От ноември 2018 г. е на длъжност Физик в ИКИТ-БАН, филиал Стара Загора. Със Заповед № 11 от 24.01.2020 г. е зачислена в редовна докторантура в област на висше образование Природни науки, математика и информатика; Професионално направление 4.1. Физически науки, към секция „АОИ“ на филиала на ИКИТ в Стара Загора със срок на обучение 3 години.

Дисертационният труд на Любомира Райкова е обсъден на Разширен научен семинар на секция „АОИ“ – филиал Стара Загора, проведен на 02.10.2023 в изпълнение на Заповед № 99/29.09.2023 на Директора на ИКИТ-БАН. Отчислена е с право на защита съгласно решение на Научния съвет от 24.01.2023 и Заповед № 14/26.01.2023 на Директора на ИКИТ-БАН.

По време на обучението си е събрала 460 кредита при изискуем минимум 250.

#### Представени материали

- Дисертационен труд;
- Автореферат.

Представеният дисертационен труд е структуриран като Увод, Въведение, Актуалност, Предмет на изследванията, Цел на дисертацията, Задачи за постигането на целта, Шест глави, Благодарности и Използвана литература. Глава 6 съдържа Изводи, Приноси и Перспективи. Общият обем на дисертационния труд е 93 страници и съдържа 27 фигури, 5 таблици и библиографска справка от 143 заглавия, всички на латиница и групирани по азбучен ред. Полезен при четенето на материала е приложеният Списък на използваните съкращения. В края на всяка глава са формулирани изводи.

#### Актуалност на темата

Излишно е да се говори за ролята и значението на Слънцето върху нашата планета. От Древността и до днес освен интерес, преклонение, възхвала и т.н. то е обект на сериозни научни изследвания. Благодарение на тях е конкретизирано огромното влияние и значение на слънчевите процеси за земната атмосферата и земната кора. Ценна информация за това влияние върху земната кора се съхранява в пещерите.

Преобладаващата част от общата маса на атмосферата и водните пари се намира в тропосферата, която е над земната повърхност. Но под повърхността, в планините са пещерите, в тях се намират въздушни маси, които също са част от тропосферата. А атмосферата в пещерите се включва в процесите, протичащи във външната атмосфера и по този начин циркулацията на въздуха в пещерите е част от общата атмосферна циркулация.

Пещерите в България обикновено се намират в карстови масиви – специфичен тип ландшафт, образуван от разтворими скали, включително варовик и доломит. Затова там се съхраняват по-точни данни за промените в околната среда, отколкото при повечето други геоложки структури и условия.

Изключително важна роля при определянето на физически, химически и биологични процеси в околната среда, включително климата, разпространението на животински и растителни видове, както и формирането на геоложки обекти като спелеотеми играе температурата.

Значението на наблюдаването на температурата в пещерите следва от тясната връзка между глобалния климат и температурата в тях.

Глобалните промени в климата, като изменения в температурата на земната повърхност и колебанията в климатични явления, могат да имат дългосрочни последици върху температурата и климата в пещерите, влияейки върху термалния обмен между атмосферата и пещерите, което може да предизвика изменения във вътрешната температура и климат в тези подземни пространства. Следователно,

редовното следене на температурата в пещерите е важно за разбирането на техните екосистеми и за опазването на техните уникални екологични и геоложки характеристики.

Всичко това, заедно с факта че влиянието на слънчевата активност върху пещерния микроклимат е сравнително малко изучен научен проблем свидетелствува, че темата на дисертационния труд е актуална и перспективна.

#### Предмет, цели и задачи на дисертационния труд

Предмет на настоящия дисертационен труд е изучаване и анализ на Слънчево-Земните връзки и тяхното значение за температурата в някои карстови пещери в България – Снежанка, Ухловица, Съева дупка и Леденика.

Целта е определяне на влиянието на слънчевата активност върху температурния режим на въздушната среда в зоната на константните температури (ЗКТ) на карстовите масиви.

За постигане на тази цел докторантът си е поставил основно 4 задачи, състоящи се най-общо от първична подготовка на данните за слънчева активност, чрез използване на основните индикатори – брой на слънчевите петна ( $S_n$ ), индексът F10.7, пълната слънчева радиация (TSI) и геомагнитна активност ( $A_p$ ); подготовка на температурните данни в зоната на константните температури (ЗКТ) в четирите избрани пещери; подготовка на данни за приземната температура за трите града Ловеч, Враца и Смолян, намиращи се в близост до благоустроените пещери.

Целите и задачите на дисертационния труд са съвсем кратко формулирани.

#### Познаване на проблема

Дисертантът познава добре проблема, което става очевидно от цялостния прочит на дисертационния труд – като се почне от прегледа и анализа на досегашните изследвания и се стигне до творческото и адекватно използване на 143-те литературните източника.

#### Обща характеристика на дисертационния труд

Глава 1 всъщност представлява литературен обзор (такова е и нейното заглавие) в три направления: Изследване на връзката между слънчевата активност и приземните климатични параметри; Прякото влияние на слънчевата активност върху пещерния климат и Влияние на слънчевата активност върху вторичните карстови образувания.

В Глава 2 е разгледан комплексът от явления, които влияят на топлинния пренос в земната атмосфера. Представени са климатични модели с един и с два слоя и топлопреноса от земната повърхност в дълбочина. Разгледани са и параметри, характеризиращи слънчевата активност, а именно слънчеви петна и слънчеви цикли, както и индексът F10.7 – числен показател за интензитета на слънчевото излъчване, пълната слънчева радиация TSI и индексите отразяващи геомагнитната активност ( $K$ ,  $A$ ,  $A_E$  и др.). Всичко това се явява база и предпоставка за по-нататъшните разглеждания в дисертационния труд.

В Глава 3, озаглавена Методика на изследванията, са разгледани Статистическите методи за изследване на редове – съответно измерване на средна стойност на случайна величина, корелационен анализ, стандартна грешка на коефициента на корелация; Линейна регресия – с една променлива и множествена линейна регресия; Определяне на трендовете на измерените редове; Хармоничен

анализ – Ред на Фурие, Спектър на мощността, Нормиран спектър на мощността и Използван програмен език. Накрая е описан софтуерният пакет Python, използван при обработката на данните.

Глава 4 съдържа информация за обектите на изследване, а именно четирите благоустроени карстови пещери в България – Снежанка, Ухловица, Съева дупка и Леденика. Представени са в табличен вид основните параметри на изследваните обекти – местоположение, надморска височина и др., както и кратки описания на пещерите, придружени със схеми и планове. Втората част на тази глава е посветена на използваните данни. Обяснена е методиката за определяне на зоната с константна температура (ЗКТ), приземната температура, характеристиките на слънчевата активност и характеристиките на геомагнитната активност. През целия 52-годишен период (1968–2020) основният параметър, който се следи ежедневно, е температурата.

В Глава 5 са представени резултатите от проведените изследвания и всъщност тя е най-съществената част от целия дисертационен труд. В нея са изложени всички данни, обработени по време на изследването. Изследвана е връзката на температурата в ЗКТ на пещерите Съева Дупка, Леденика, Снежанка и Ухловица и слънчевите параметри. Използвани са коефициентите на корелация на Пирсън, като резултатите са представени в табличен и графичен вид. Втората част на тази глава е Изследване на връзката на приземната температура в градовете Враца, Ловеч и Смолян и слънчевите параметри. Отново са използвани коефициентите на Пирсън, а резултатите са представени в таблица и графики. В част от случаите корелациите са положителни, в други – отрицателни, а при някои зависимости няма корелация. Включването на температурните режими на трите града в близост до съответните пещери е с цел да се елиминират микроклиматичните условия. Но поради невзимане в предвид микроклимата при самите пещери, неотчитането на вътрешния топлинен пренос от земята, топлопроводимостта на скалите, поведението на спелеотемите и др., тази цел не е постигната изцяло. Но трябва да се подчертае, че изследваните процеси са сложни, нееднозначни и за постигане на адекватни резултати са необходими допълнителни източници на информация и комплексна интерпретация.

Глава 6 включва Изводи, Приноси и Препоръки.

#### Публикации

Дисертантът е представил общо 8 публикации – съответно по 4 броя самостоятелни и в съавторство. Една от публикациите е в международно списание, а останалите са отпечатани в пълен текст доклади изнесени на научни конференции у нас и една в Русия.

Няма данни за цитиране на публикациите.

#### Автореферат

Авторефератът с обем 58 страници отразява правдиво съдържанието на дисертационния труд и дава достатъчно добра представа за него чрез големия брой цветните фигури. Сравнително големият му обем се дължи именно на фигурите, включени в него.

### Приноси

Дисертантът е формулирал 4 приноса, с които съм съгласен, приемам ги и ги определям като научно-приложни и приложни. Казано най-общо те се отнасят до изследване за топлопроводимостта в дълбочина на карстови масиви в зависимост от сезона и слънчевия цикъл.

За период от 52 години (1968–2020) е установена връзка между температурата на въздуха в четири разположени в различни климатични региони на България пещери – Снежанка, Ухловица, Съева дупка и Леденика и слънчевата активност изразена чрез брой слънчеви петна  $S_n$ , пълна слънчева радиация (TSI) и F10.7. За същия период от време е изследвана връзката на температурата за градовете Ловеч, Враца и Смолян и слънчевата активност, изразена чрез същите характеристики. Потвърдено е наличието на цикъл с период около 7,5 години.

Изследвана и е установена корелацията между температурата на въздуха в зоната на константните температури (ЗКТ) в четирите пещери и основните характеристики на слънчевата активност – брой слънчеви петна ( $S_n$ ), пълна слънчева радиация (TSI) и числения показател за интензитета на слънчевото излъчване (F10.7).

От изчисления нормиран спектър на мощността (Power Spectrum) е установен ясно изразен пик в температурните записи за четирите пещери, който съответства на 11-годишния цикъл на Слънцето.

Установено е, че не съществува пряка връзка между приземните температури и температурите в ЗКТ на изследваните пещери, като връзката на пещерните температури със слънчевите характеристики се осъществява не чрез проникване на приземната температура в дълбочина, а чрез друг механизъм.

Изказана е хипотеза, че 11-годишния слънчев цикъл в температурата на пещерите е следствие на температурни вариации в тропосферата, които се пренасят към вътрешността на пещерите чрез водния цикъл.

### Общо впечатление от дисертационния труд

Общото впечатление от дисертационния труд е добро. В него се проличава, че дисертантът е усвоил различни методики и ги използва успешно в конкретна практическа дейност.

Добро впечатление прави фактът, че дисертантът набелязва перспективи за по-нататъшни нови изследвания по темата, а също така и прецизиране на досегашните. Предлага и изследване и за други пещери, разположени в други географски райони.

### Дисертационният труд лично дело ли е на автора?

От цялостния анализ на материалите по дисертационния труд и анализа на публикациите може да се заключи, че той е лично дело на автора и няма данни за плагиатство.

### Съвместни публикации

Нямам съвместни публикации с дисертанта и нямам участия в съвместни проекти с дисертанта.