

## СТАНОВИЩЕ

на дисертация за получаване на образователната и научна степен „Доктор“ на тема:

„Влияние на слънчевата активност върху атмосферните процеси в карстови среди“

**Автор:** Цветан Иванов Паров – редовен докторант в ИКИТ БАН

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

**Научна област** на висшето образование 4. „Природни науки, математика и информатика“,  
Професионално направление 4.1. „Физически науки“, Научна специалност „Физика на  
океана, атмосферата и околоземното пространство“.

**Рецензент:** чл.-кор. Петър Йорданов Велинов, ИКИТ БАН,

### Актуалност структура и на дисертацията

Изучаването на влиянието на слънчевата активност и повърхностните метеорологични параметри върху атмосферните процеси във варовиковия карст и ледниковия криокарст има висока научна, екологична и практическа значимост, свързана с изследването на сладководните запаси на планетата.

Темата за влиянието на слънчевата активност върху атмосферните процеси в карстови среди набира огромна популярност в последните години. Тя е от ключово значение за разбиране на взаимодействията между космическите и земните процеси. Предоставената от нея основа за прогнозиране на климатични промени спомага за навременни реакции в най-уязвимите райони, свързани с природни ресурси от стратегическо значение.

Поставените от докторанта цели и задачи са правилно формулирани и съответстват на научно изследване по темата на дисертацията.

Работата е оформена в 110 страници, с 42 фигури и 12 таблици. Цитирани са 78 литературни източника.

Основните приноси на дисертацията са дадени в гл. 2 и 3.

Глава втора е насочена към проучването на метеорологичните параметри на близката до земята атмосфера, повърхността на земята и карстовия район на пещерата „Колкина дупка“, разположена в Понор планина, част от Западна Стара планина в България. Това е най-дълбоката и най-дълга пещера в страната с дължина над 25 km. и изчислена дълбочина от 800 метра.

Тук са описани районът на изследването, времето и мястото на експериментите и сензорите, с които са измервани параметрите. За статистически анализ на получените данни и проверка на хипотезата за връзка между променливите се използва корелационният коефициент на Pearson, включително двустранни и кръстосани корелации; чрез статистическия софтуер SPSS, а за откриване на циклични явления са приложени процедури от програмния език Python.

Резултатите от изследването са представени в 14 фигури и три таблици и систематизирани в пет извода.

Анализът на корелациите между външната температура, температурите, измерени от вътрешните сензори в пещерата (на дълбочина 40 m и 130 m), и слънчевата активност (брой слънчеви петна и F10.7 индекс) показва ясно изразени сезонни различия. През летния сезон корелациите между слънчевата активност, външната температура и температурата на дълбочина 40 m са положителни, а на 130 m -отрицателни. Най-силна връзка се отчита между F10.7 индекса и външната температура. През зимния сезон корелациите отслабват значително и са предимно отрицателни както за плиткия, така и за дълбокия сензор. Връзката между слънчевата активност и външната температура почти изчезва, което предполага, че през зимата локалните атмосферни и климатични фактори доминират над влиянието на слънчевата активност.

Впечатляваща е работата, извършена от докторанта, посветена на изследването на най дълбоката и дълга пещера в България – Колкина дупка в Понор планина – от избора, подготовката и калибрирането на логерите, експедициите за тяхното поставяне на дълбочина 40 и 130 метра и после отново слизане в пещерата за събиране на данните от тях до обработката им, анализа и научните публикации. За изследване на микроклимата в пещерите са необходими данни поне за един слънчев цикъл с продължителност 11 години. Засега има непрекъснат мониторинг на метеорологичните параметри в пещерата за две години (2023 и 2024) от максималната фаза на 25ия слънчев цикъл.

Тези резултати и натрупаният опит от изследванията на микроклимата в пещерите позволяват на докторанта да използва установената методика, както и нови подходи за проучване на друг тип подземни кухни, каквито са подледниковите структури на Антарктида.

Трета глава разглежда атмосферните процеси в криокарста на Антарктида в района на Българската антарктическа база „Св. Климент Охридски“ и Испанската база „Хуан Карлос I“. Благодарение на наличието на сравнително леснодостъпни ледникови системи, пукнатини и дренажни канали, Ливингстън предоставя добри условия за изучаване на връзката между измененията на метеорологичните параметри на повърхността и вътре в ледниковите пукнатини и възможната им зависимост от слънчевата активност.

Цветан Паров участва в 32-рата (2024 г.) и 33-тата (2025 г.) Българска антарктическа експедиция и провежда теренни изследвания за проучване поведението на вертикалните въздушни маси в пукнатинно-дренажните системи на три ледника: леденото поле Балкан, Перуника, ледник Джонсънс и ледник Контел. Общата продължителност надхвърля 60 дни, което го прави най-дългото температурно мониториране на ледникови пукнатини в Антарктида.

За статистически анализ на получените данни и проверка на хипотезата за връзка между променливите отново се използва корелационният коефициент на Pearson чрез статистическия софтуер SPSS, а за изследване дълбочината на проникване на топлината от повърхността е изчислена статистическата дисперсия чрез специално написана процедура на програмния език Python.

Резултатите от проучванията са представени в 13 фигури и 12 таблици и систематизирани в 6 извода.

Успешно са достигнати субледникови пространства под ледено поле Балкан и са взети седиментни проби. В тези участъци са наблюдавани стабилни температури над водния поток и засилено повърхностно топене. Въпреки, че няма пряко отношение към

темата на дисертацията, събирането на геоложки проби допълва интердисциплинарното проучване на ледниците.

Получени са статистически значими зависимости и устойчива отрицателна корелация между вътрешните температури в пукнатините и броя слънчеви петна. Направен е извод, че има връзка, но тя е сложна, не винаги линейна и зависи от локалните морфологични и метеорологични фактори.

Следва подробна дискусия за обяснение на получените резултати, които съответстват на концепцията за Антарктическата климатична аномалия (описва обратния термодинамичен отговор на Антарктида спрямо промените в облачността в сравнение с глобалната норма при приблизително 63° южна ширина). Подчертана е необходимостта от създаване на полярно-специфични климатични модели и от по-задълбочено изследване на връзката между слънчевата активност, космическите лъчи, облаците и климата.

Разгледани са изследванията на редица автори, посветени на физиката на слънчево-тропосферните взаимодействия и промените в състоянието на климатичните системи в карста и криокарста – влияние на Електрическия потенциал на йоносферата, глобалната атмосферна електрическа верига.

Работата, представена от Цветан Паров е пионерска, с големи перспективи: Създадена е методика на изследване както на дълбоки пропасти пещери, така и на пукнатини в ледниците на Антарктида, поставено е началото на постоянен мониторинг с цел получаване на данни за цели слънчеви цикли. Предвижда се допълнително разполагане на още сензори, на по-големи дълбочини достигащи до -500 м., в различни разломи, пресичащи Колкина дупка, което ще даде информация за температурите в затворени дълбоки обеми; разширяване на изследванията към други полярни региони, интеграция със сателитни данни и разработване на усъвършенствани числени модели за по-пълно разбиране на сложните взаимоотношения между слънчевата активност и климатичните процеси в полярните ледници.

#### **Публикации на автора по темата на дисертационния труд**

Основните резултати от изследванията на Цветан Паров са оформени в 3 самостоятелни публикации в Journal of the Bulgarian Geographical Society от 2023, 2024 и 2026.

Представеният автореферат отразява добре приносите на дисертационния труд.

#### **Научни приноси**

Дисертацията предлага модел за интегриране на географски, климатични и слънчево-земни данни, приложим в бъдещи изследвания на глобални и регионални климатични процеси.

За първи път е направен сравнителен анализ на метеорологичните условия в карстови и криокарстови среди (Понор планина, България и о. Ливингстън, Антарктида) и връзката им със слънчевата активност.

Установени са корелации между температурния режим във вътрешността на галериите и ледниковите пукнатини и вариациите на слънчевата активност.

Намерена е статистически значима и съгласувана връзка между динамиката на температурите и въздушните течения в системите от цепнатини и дренажни канали на антарктическите ледници и слънчевата активност.

Приложени са статистически модели за корелационен анализ между температурата на въздуха във вътрешността на карстовата пещерна система и ледниковите пукнатини и слънчевата активност, изразена чрез броя слънчеви петна, 10.7 cm радиоизлъчване и др.).

### Препоръки и забележки

Бих отправил препоръки, свързани с представените графики на зависимостите – необходимо е точно изписване на текста към фигурите да е на български или английски, така, че веднага да се разбира откъде са данните и какво показват.

### Заклучение

Въз основа на анализа на получените резултати и приносите на докторанта правя извода, че изследванията на автора са оригинални, важни за изясняване процесите в областта на слънчево-земната физика и имат екологична значимост, свързана с глобалното изменение на климата на планетата.

Всичко това ми дават основание да заключа, че представеният труд е самостоятелно изследване на високо научно ниво и съответства на изискванията на Закона за развитие на академичния състав на Република България и Правилника на БАН за неговото приложение.

Препоръчвам на членовете на Научното жури да присъдим на Цветан Иванов Паров образователната и научна степен „Доктор“ в Научна област на висшето образование 4. „Природни науки, математика и информатика“, професионално направление 4.1. „Физически науки“, научна специалност „Физика на океана, атмосферата и околоземното пространство“.

Изготвил становището: 

София,  
26 март 2026 г.

/чл.-кор. Петър Йорданов Велинов /

ВЯРНО С ОРИГИНАЛА

