

ОТРАЖЕНИЕ НА СЛЪНЧЕВАТА АКТИВНОСТ ВЪРХУ ДИНАМИКАТА НА ТЕМПЕРАТУРНИЯ РЕЖИМ В ПЕЩЕРИ И КАРСТОВИ МАСИВИ ПРЕЗ 23 И 24 СЛЪНЧЕВ ЦИКЪЛ

Любомира Райкова

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките
e-mail: foundation@prikazka-igra*

REFLECTION OF SOLAR ACTIVITY ON THE DYNAMICS OF THE TEMPERATURE REGIME IN CAVES AND KARST MASSIFS DURING SOLAR CYCLE 23 AND 24

Lyubomira Raykova

*Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: foundation@prikazka-igra*

Ключови думи: *Слънчева активност, пещери, карстови масиви, температурен режим*

Резюме: *В настоящето изследване се анализира влиянието на динамиката на слънчевата активност върху климата на Земята. Използвани са данни от подземни измервателни станции. Изследванията обхващат 23 и 24 слънчев цикъл. Открити са корелационни връзки между аномалиите в слънчевата активност и температурния режим на подземната среда в две пещери*

Въведение

Физическите процеси, които определят температурата в пещерата показват, че тя обикновено е тясно свързана с външния приземен климат. Изследванията през 90-те години на растежа на вторичните карстови образувания показват, че те имат вътрешен слоест строеж подобен на годишните пръстени на дърветата. В хода на тези изследвания е установена зависимост на дебелината на пръстените и циклите на слънчевата активност.

Италианския изследовател Дж. Бадино [1] и други автори регистрират проява на въздействието на глобалните климатични промени върху подземния климат. Планинската топлинна инерция води до забавяне между климатичната реакция на приземния слой и климата в дълбочина на карстовия масив. На лице е топлинен дисбаланс между температурите в пещерата и атмосферата, в резултат на това се формира енергиен поток от атмосферата към планината, по-голям от геотермалния. Този поток се проявява в промени в епидермалните части на пещерите [1].

В свои работи Дерменджиев и Шопов правят опит да моделират пренос на слънчевата енергия чрез поредица от процеси образуващи вторичните карстови образувания по време на промяна на слънчевата активност [2, 3, 9]. При обработка на дълъг ред от микрометеорологични данни за няколко пещери е установена циклична зависимост в температурните режими в зоната на константната температура (ЗКТ) на изследваните пещери.

Климатичните тенденции, свързани с кратко- и дългопериодичните вариации на слънчевата активност на повърхността, се проявяват като ответна реакция и в такива консервативни среди като въздушните обеми на карстовите пещери. Средногодишните температури на въздуха в зоната на постоянните температури на четири пещери в България са изследвани за период от 36 години (1968–2003 г. [4]). Изследването е направено чрез ежедневни температурни измервания по пладне в пещерите Леденика, Съева дупка, Снежанка и Ухловица. Пещерите са разположени на различна надморска височина и географска ширина. Сезонни колебания на средногодишната температура на въздуха в зоната на константната температура (ЗКТ) на проучените пещери са установени чрез Фурие-анализ на температурните данни.

Същият анализ е направен и за промяната на броя на слънчевите петна и Ар индексите за същия период от време. Автокорелограмите са използвани за изследване на сезонните модели на температурите на въздуха в ЗКТ във всяка пещера и индексите на броя на слънчевите петна W и Ar_{max} [5].

Изследователска част

Връзката между динамиката на изменението на слънчевата активност и Ар индекса е причинно следствена. Съществува висок коефициент на корелация, при анализа на данните за изменението на енергийния поток и регистрирания Ар индекс.

В настоящото изследване влиянието на слънчевата активност се осъществява чрез броя на слънчевите петна и тяхното разпределение по групи. Регистрацията на слънчевата активност реализирана по този начин се отличава от реалната енергийна промяна на слънчевия поток. Поради тази причина корелационната връзка между изменението на слънчевите петна и Ар индекса естествено няма да съвпада точно с връзката между слънчевата енергия (проникваща в пещерата чрез топлината на влизания в нея приземен въздух) и Ар индекса. Ето защо, в този случай за достоверна корелация е допустимо да се приемат корелационни коефициенти по-малки от 0.7. За периода от 1996 до 2019 г. корелационната връзка между стойностите на броя на слънчевите петна и Ар индекса е 0.61.

Измерванията на температурите в зоната на константната температура в пещерите Снежанка и Ухловица са продължени до 2019 г. 2019-та година е последната година от 24-ят слънчев цикъл. Характеристиките на изследваните две пещери са следните :

Данни за пещерите

Пещера Снежанка

Координати: 42.004202 с. ш., 24.278611 и. д.

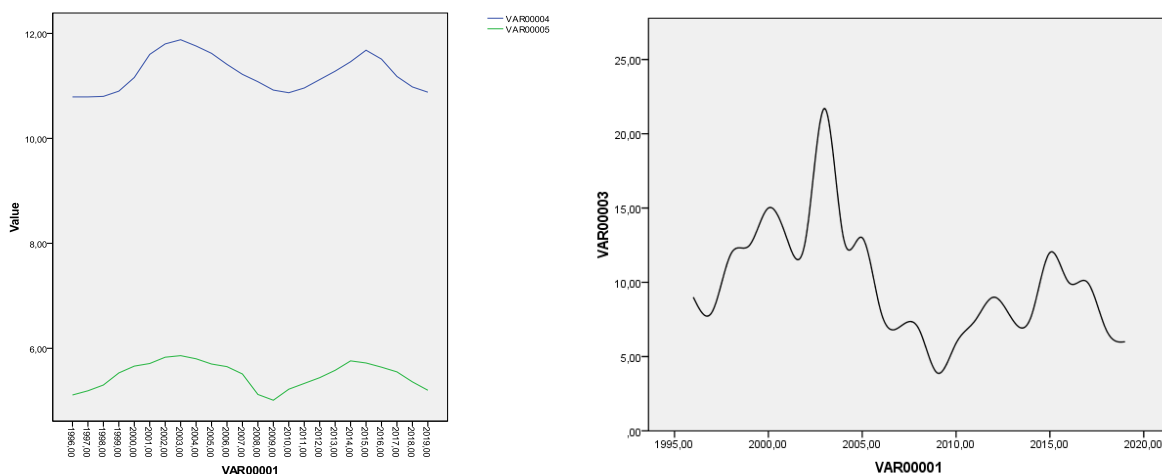
Разположена е в Баташката планина в Родопите и се намира на 5 km от град Пещера. Открита през 1968 г. Дължината ѝ е 370 m, денивелация 17 m, с постоянна годишна температура средно около 10 - 11 °C. Надморската височина е 855 m. Образувана е от Новомахленската река през епохата на леванта и дооформена през кватернера.

Пещера Ухловица

Координати: 41.514161 с. ш., 24.060061 и. д.

Намира се на 3 km североизточно от село Могилица, Област Смолян. Пещерата е открита през 1968 г. Дълга е около 460 m, с денивелация от около 70 m. Намира се на 1040 m надморска височина. Средната температура е 5 - 6 °C. Пещерата е на няколко етажа.

Методът на изследване на получените данни е осъществен чрез температурни детектори и съответните им характеристики. Измененията на слънчевите петна и температурите в двете пещери са показани на Фиг. 1.



Фиг. 1

От фигурата е видно, че температурите в дълбочина като цяло са по-ниски (крива 1 и 2). Забелязва се и филтриращия ефект на земния слой над пещерата върху амплитудата на

температурните промени. Ефектът на филтрация в карстови слоеве е изследван и се предполага се, че в по-дълбоките пещери измерваната температура ще бъде постоянна и няма да зависи от активните процеси на Слънцето.

В слънчевата активност са наблюдавани циклични изменения с различни периоди [6]. Най-силно е изразен цикъл с период около 11 години, и този цикъл се наблюдава в характера на изменение на крива 3 от Фиг. 1.

Филтриращият ефект на земния слой се проявява както в дълбочина, така и времево. Регистрира се забавена реакция на температурите в пещерите спрямо възникналите аномалии в слънчевата активност. Фазовото отместване във времето се изследва чрез корелационен анализ. Съпоставят се измененията в броя на слънчевите петна и температурата във всяка пещера като температурния ред в пещерата се измества последователно с 1 година. Резултатите от този анализ са показани в Табл. 1. Корелационните коефициенти за пещера Снежанка се изменят в по-голям диапазон. И за двете пещери обаче се наблюдава повишаване и спад на корелационния коефициент. При изместване с две години корелационният коефициент и за двете пещери е максимален. Това налага изводът, че филтриращият ефект се проявява в постоянно забавяне на реакцията на температурите точност с около 2 години и е явно устойчиво изразено.

Регистрираното времево-фазово отместване предстои да се изследва, като се съберат данни за температурите на пещери с по-големи дълбочини и обеми.

Таблица 1

Фазово отместване във времето	Пещера Снежанка	Пещера Ухловица
Без отместване в годините	0.401	0.616
-1 год.	0.767	0.836
-2 год.	0.936	0.868
-3 год.	0.846	0.692
-4 год.	0.502	0.366

Заклучение

Налична е корелационна връзка между оценката на слънчевата активност и A_p .

Регистрира се забавена реакция на температурите в пещерите спрямо възникналите аномалии в слънчевата активност. Също така имаме времево фазово отместване на влиянието на слънчевата активност върху температурите на изследваните пещери, като филтриращият ефект се проявява в постоянно забавяне на реакцията на температурите точност с около 2 години и е явно устойчиво изразено.

Литература:

1. Giovanni Badino. CAVE TEMPERATURES AND GLOBAL CLIMATIC CHANG.
2. Shopov, Y. Y, Dermendjiev V, Buyukliev G. (1993) A New Method for Dating of Natural Materials with Periodical Macrostructure. В. Patent 51012 from v.8 1, 1990, Patent office bulletin, 1993, 1, pp. 20–21
3. Шопов, Я .Й., Дерменджиев Вл., Буюклиев Г. Нов метод за датиране на природни материали с периодична макроструктура. Авторско свидетелство за изобретение 51012, Бюлетин на ИНРА, т. 8, 1, с. 20–21.
4. P. Stoeva and A. Stoev. Cave air temperature response to climate and solar and geomagnetic activity.
5. Penka Stoeva, Alexey Stoev, Nadya Kiskinova, Long-term changes in the cave atmosphere air temperature as a result of periodic heliophysical processes.
6. Shopov, Y. Y, Dermendjiev V, Buyukliev G. A New Method for Dating of Natural Materials with Periodical Macrostructure by Autocalibration and it's Application for Study of the Solar Activity in the Past.- Quaderni del Dipartimento di Geo., n. 13 Universita di Padova, pp. 23–30 ISSN 1120–9682